

Departamento de Educação da Faculdade de Ciências

Universidade de Lisboa

**O CONHECIMENTO E AS ATITUDES DE TRÊS PROFESSORES
ESTAGIÁRIOS FACE À REALIZAÇÃO DE ACTIVIDADES DE
INVESTIGAÇÃO NA AULA DE MATEMÁTICA**

OFERTA

LINA MARIA AMADOR BRUNHEIRA ASSUNÇÃO

Licenciada em Ensino da Matemática

Universidade de Lisboa

CIEFCUL
Nº _____

Dissertação Apresentada para Obtenção do Grau de
Mestre em Educação na Especialidade de Didáctica da Matemática

Professor Orientador: João Pedro Mendes da Ponte

2000

Resumo

Este estudo tem por objectivo analisar o conhecimento matemático e didáctico do professor estagiário associado à realização de trabalho investigativo na aula de Matemática, bem como as atitudes que manifesta durante a preparação, condução e reflexão sobre essas aulas, a forma como evoluem e as relações que se estabelecem entre esses conhecimentos e atitudes.

A investigação seguiu uma metodologia qualitativa, através de três estudos de caso relativos a três professores estagiários que formaram um núcleo de estágio orientado por mim. No âmbito das actividades desenvolvidas pelo núcleo, os professores realizaram um trabalho em torno da integração de tarefas de investigação na aula. Como instrumentos de recolha de dados foram feitas entrevistas, observações e foram também utilizados os relatórios de aulas elaborados pelos professores e um diário de bordo construído por mim.

No que diz respeito aos principais resultados do estudo sobre o conhecimento matemático, os professores evidenciaram diferentes capacidades e atitudes face à resolução de tarefas de investigação. Contudo, identificaram-se pontos comuns nos seus desempenhos, como a preferência clara pela utilização de métodos analíticos em detrimento de estratégias informais e a quase total ausência de estratégias geométricas. Ao longo do ano, a evolução que foi mais notória diz respeito à progressiva utilização de estratégias diferentes para resolver a mesma tarefa, utilizando processos mais ou menos intuitivos e formais.

Quanto às atitudes, os professores revelaram semelhanças em vários aspectos. Apesar de valorizarem objectivos relativos ao desenvolvimento das capacidades e atitudes, a aprendizagem dos conteúdos continua a ser o aspecto que mais influencia as opções que tomam, facto que afecta a valorização que atribuem às investigações. Esta valorização foi crescendo ao longo do ano mas, mais do que isso, tornou-se verdadeiramente genuína por emergir das suas experiências e da sua reflexão sobre elas. A confiança com que os professores enfrentaram a preparação e condução destas aulas também evoluiu de forma semelhante entre si. Inicialmente, todos estavam bastante inseguros, sobretudo, devido aos seguintes motivos: fracas expectativas sobre o desempenho e motivação dos alunos, a sua inexperiência e a percepção sobre a complexidade do seu papel. Ao longo do tempo, a sua segurança registou uma evolução positiva, para a qual contribuíram especialmente o trabalho conjunto realizado na preparação das aulas e a percepção dos professores sobre os resultados das experiências desenvolvidas.

Relativamente ao conhecimento didáctico, manifestaram-se também alguns traços comuns, sobretudo, na preparação das aulas — foco na resolução da tarefa com vista à previsão de cenários, progressiva atenção na apresentação e discussão da tarefa, critérios semelhantes na sua selecção —, e na orientação que deram às fases de realização da actividade pelos alunos e sua discussão — preocupação em ajudar os alunos sem os apoiar demasiado e em suscitar o confronto de estratégias de resolução. No que diz respeito aos aspectos que diferenciam os professores, saliento os diferentes objectivos que tinham em agenda para a condução da aula e a orientação que cada um deu à reflexão sobre as experiências.

No estudo dos três professores estagiários foram detectadas várias relações entre as dimensões do conhecimento e entre estas e as atitudes. Entre elas destaco a influência do conhecimento matemático nas atitudes face à realização de aulas de trabalho investigativo e no conhecimento didáctico, bem como a influência deste nas atitudes anteriormente referidas.

Palavras-chave: formação inicial, professor estagiário, conhecimento, atitudes, actividades de investigação, Matemática, Ensino da Matemática.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor João Pedro da Ponte, pelo seu interesse e apoio permanente, pelos seus comentários, sugestões e críticas, fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores estagiários que participaram neste estudo, pela sua disponibilidade e preciosa colaboração.

Aos colegas do projecto *Matemática para Todos*, em especial ao seu coordenador Prof. Doutor Paulo Abrantes, pelos momentos de grande aprendizagem que me proporcionaram e pelo estímulo que me deram.

Às minhas amigas Helena, Catarina e Cristina, com quem partilhei o início da minha carreira, pela amizade que ainda hoje nos une.

Ao meu marido, pelo apoio e alegria que diariamente me transmite.

Aos meus pais, por tudo...

Índice

I. Introdução	1
O problema do estudo	7
II. O conhecimento profissional do professor	8
A investigação sobre o conhecimento do professor	8
A natureza do conhecimento do professor	10
A estrutura do conhecimento do professor	13
O conteúdo do conhecimento do professor	15
O conhecimento profissional do professor de Matemática e a realização de aulas de trabalho investigativo	20
III. Formação inicial	30
Aprender a ensinar	30
Investigação empírica sobre o <i>aprender a ensinar</i>	31
Perspectivas sobre a aprendizagem e a cognição na formação inicial	37
Perspectivas sobre os processos da formação inicial	41
A investigação como estratégia para a formação inicial	43
A formação inicial e as actividades de investigação	53
A investigação empírica portuguesa	58
IV. Metodologia	69
Opções metodológicas	69
Os participantes e o plano de trabalho	70

Técnicas de recolha de dados	72
Diário de bordo	72
Relatórios	73
Entrevistas	74
Observações	75
Análise de dados	76
V. O núcleo de estágio	78
Caracterização do núcleo	79
Actividades conjuntas	81
As primeiras reuniões	81
As reuniões de preparação de aulas de investigação	84
A primeira investigação — <i>Quadrados com fósforos</i> , 7º ano	85
A segunda investigação — <i>Investigação sobre funções polinomiais</i> , 10º ano	88
A terceira investigação — <i>Números em escada</i> , 7º ano	90
O balanço do trabalho realizado	92
Conclusão	93
VI. Margarida	95
Conhecimento matemático	97
Atitudes	101
Atitudes relativas ao ensino da Matemática	101
Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na sala de aula	104
Conhecimento didáctico associado à realização de investigações	112
A preparação de aulas de investigação	112
As fases das aulas	112
A organização dos alunos	113
As tarefas	114

A condução de aulas de investigação	116
Introdução da tarefa	116
Apoio na execução	117
Apresentação e discussão de resultados	119
Comunicação	120
Ambiente e cultura da sala de aula	121
Aprendizagem dos alunos	125
A reflexão sobre aulas de investigação	127
Conclusão	129

VII. Pedro 136

Conhecimento matemático	138
Atitudes	143
Atitudes relativas ao ensino da Matemática	143
Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na sala de aula	147
Conhecimento didáctico associado à realização de investigações	155
A preparação de aulas de investigação	155
As fases das aulas	155
A organização dos alunos	156
As tarefas	157
A condução de aulas de investigação	159
Introdução da tarefa	159
Apoio na execução	160
Apresentação e discussão de resultados	161
Comunicação	162
Ambiente e cultura da sala de aula	164
Aprendizagem dos alunos	167
A reflexão sobre aulas de investigação	168
Conclusão	170

VIII. Ana	176
Conhecimento matemático	178
Atitudes	182
Atitudes relativas ao ensino da Matemática	183
Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na sala de aula	185
Conhecimento didáctico associado à realização de investigações	191
A preparação de aulas de investigação	191
As fases das aulas	191
A organização dos alunos	192
As tarefas	193
A condução de aulas de investigação	195
Introdução da tarefa	195
Apoio na execução	196
Apresentação e discussão de resultados	198
Comunicação	200
Ambiente e cultura da sala de aula	200
Aprendizagem dos alunos	203
A reflexão sobre aulas de investigação	205
Conclusão	207
 IX. O conhecimento e as atitudes dos professores estagiários	212
Conhecimento matemático	212
Atitudes relativas ao ensino da Matemática	215
Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na aula de Matemática	217
Conhecimento didáctico associado à realização de actividades de investigação na aula de Matemática	219
Relações entre as dimensões do conhecimento e as atitudes	222
A influência das atitudes face ao ensino da Matemática nas atitudes relativas à realização de aulas de investigação	222

A influência do conhecimento matemático nas atitudes relativas à realização de aulas de investigação	224
A influência do conhecimento didáctico nas atitudes relativas à realização de aulas de investigação	225
A influência das atitudes face à realização de aulas de investigação no conhecimento didáctico	227
A influência do conhecimento matemático no conhecimento didáctico	228
A concluir	229
X. Conclusões	231
Síntese do estudo	231
Respostas às questões formuladas	232
Reflexão sobre o estudo	235
Aspectos metodológicos	235
O estágio e o projecto no âmbito da Didáctica da Matemática	238
Recomendações	240
Bibliografia	244
Anexos	252

Índice de quadros

Quadro 1 — Categorias do conhecimento didáctico do professor relativo à sua prática lectiva	18
Quadro 2 — Papel do professor na condução de uma actividade de investigação	26

Quadro 3 — A resolução de problemas e a investigação	47
Quadro 4 — Aspectos do conhecimento didáctico na realização de trabalho investigativo	220
Quadro 5 — Projecto de investigação-acção	239

Índice de figuras

Figura 1 — Relações entre as dimensões do conhecimento e as atitudes	230
--	-----

Índice de anexos

Anexo 1 — Tarefa <i>Poliedros</i>	253
Anexo 2 — Tarefa <i>Poliedros regulares</i>	254
Anexo 3 — Tarefa <i>Cortes num cubo</i>	255
Anexo 4 — Tarefa <i>Quadrados com fósforos</i>	256
Anexo 5 — Tarefa <i>Investigação sobre funções polinomiais</i>	257
Anexo 6 — Tarefa <i>Números em escada</i>	259
Anexo 7 — Tarefa <i>Sombras num cubo</i>	260
Anexo 8 — Guião da 1ª entrevista	262
Anexo 9 — Guião da entrevista final a Margarida	263
Anexo 10 — Guião da entrevista final a Pedro	265
Anexo 11 — Guião da entrevista final a Ana	267

I. Introdução

Um dia, durante uma das várias e agradáveis discussões com o meu orientador, João Pedro da Ponte, este perguntou-me *Quando é que achas que começa a formação inicial?* Nunca tinha pensado naquela questão e fiquei a meditar por um momento. Depois respondi algo como *Acho que começa quando o futuro professor entra para um curso que lhe dá essa habilitação. Não sei bem porquê... Acho que marca uma nova etapa... E tu, o que achas?* A sua resposta foi mais convicta e deixou-me a reflectir sobre o assunto — *Eu acho que a formação inicial começa no momento em que o indivíduo decide ser professor.*

De facto, a formação inicial não significa apenas a aquisição de um conjunto de conhecimentos de natureza disciplinar ou educacional, os quais associamos sobretudo aos programas de formação. Significa também o desenvolvimento de um conjunto de atitudes e valores, como o interesse pela análise e discussão de problemas educativos ou a consciencialização das responsabilidades e da importância do papel do professor, ou ainda, a crescente identificação com este profissional e a gradual inserção na sua cultura. Neste sentido, é absolutamente necessária esta marca de intencionalidade. Os conhecimentos podem ser adquiridos ao longo de toda a escolaridade, mas a construção progressiva de uma identidade profissional só acontece a partir do momento em que se escolhe ser professor.

Parece, portanto, indiscutível afirmar que a formação inicial é uma fase decisiva na vida do professor, assim como são importantes as experiências que vive durante essa formação. Contudo, e apesar de a investigação sobre a figura do professor, a sua formação e desenvolvimento profissional, se ter tornado particularmente activa em Portugal (Ponte, Matos e Abrantes, 1998), na verdade existem relativamente poucos estudos na área da Didáctica da Matemática que se debrucem sobre os futuros professores ou os professores em início de carreira e os processos de formação inicial. Em contrapartida, na área da Didáctica das Ciências, o trabalho de Cecília Couto (1998) apresenta uma visão interessante sobre o alcance desta fase. Analisando futuros

professores e professores em início de carreira das licenciaturas em Ensino da Biologia e de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a investigadora estudou qual o contributo da formação inicial, do ponto de vista de quem se forma, em termos de saberes, competências, atitudes e valores para o desenvolvimento profissional de um jovem professor em início de carreira. As conclusões a que chegou sugerem que a formação inicial pode fornecer um contributo extremamente importante. Neste estudo isso é perceptível nas concepções de ciência e de ensino das ciências que os jovens analisados evidenciaram, na forma como justificam as suas opções didáticas, nomeadamente, na planificação e discussão de unidades de ensino, e na atitude de investigação e reflexão que revelam, a qual está na base do seu desenvolvimento profissional.

Em particular, no que diz respeito ao estágio pedagógico, Couto refere que a situação de acompanhamento, ao promover o diálogo e a reflexão constante sobre as experiências e os problemas, ajuda a desbloquear medos e incentiva a inovação, constituindo uma base facilitadora de desenvolvimento profissional. Também o incentivo à investigação sobre os alunos e sobre as situações vividas, possibilitada pelo contexto de formação, resulta em aprendizagem situada.

Assim, o estágio pedagógico apresenta-se como uma oportunidade de formação com características específicas que pode resultar numa aprendizagem particularmente significativa. Aliás, esta ideia é também sublinhada pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), no documento *Normas Profissionais para o Ensino da Matemática* (1991):

“as primeiras funções como professor e as estruturas de apoio desempenham um papel significativo no desenvolvimento da forma de encarar a profissão e nos compromissos que vão assumindo em relação à mesma. [...] São confrontados com novos desafios e os conhecimentos e capacidades vão-se construindo dia a dia, no contexto de ensino, de uma forma mais significativa do que através de um programa formal de formação contínua” (p. 126).

Mas associada à importância que reconhecemos à formação inicial estão os vários desafios que se levantam, nomeadamente, às instituições de formação, aos seus formadores e às escolas. Por exemplo, perante a análise que Comiti e Ball (1996) realizaram sobre vários sistemas de formação inicial de professores do ensino básico e de professores de Matemática do ensino secundário em diferentes países, estas autoras

sugerem que os programas de formação inicial devem procurar, entre outros aspectos, ajudar os futuros professores a promoverem um ensino baseado em experiências matemáticas significativas. Para isso, é necessário que a sua visão da Matemática e de como se ensina Matemática seja questionada, já que estas se baseiam, na maioria dos casos, em experiências de aprendizagem num ensino tradicional, onde a memorização e a destreza em procedimentos rotineiros eram sobrevalorizadas e em que o aluno desempenhava um papel passivo. Mas é também necessário ajudar o futuro professor a construir situações de aprendizagem consentâneas com as novas orientações. Por isso, a formação inicial de professores enfrenta um enorme desafio:

“O risco é que, com tão pouco tempo, a formação de professores consiga convencer os formandos de que os métodos *antigos* de ensinar não ajudavam os alunos, de forma consistente, a aprender coisas significativas, mas falhem em fornecer-lhes aquilo de que necessitam para desenvolver meios eficazes para aprender a desenvolver o seu ensino” (p. 1148)

Significa isto que devemos assumir algo verdadeiramente ambicioso. Ensinar Matemática implica proporcionar actividades ricas e significativas para os alunos, num ambiente de aprendizagem no qual seja possível raciocinar e comunicar matematicamente, algo verdadeiramente difícil. Em particular, para o professor em início de carreira, num momento em que ainda não domina muitas das rotinas do dia a dia da sala de aula, essa dificuldade é acrescida. Porém, é também na fase em que é apoiado que o professor deve ser incentivado a experimentar este ensino, e não apenas a iniciar-se em simples técnicas ou metodologias rotineiras.

Mas o que são afinal actividades ricas e significativas? Nas últimas duas décadas tem-se vindo a defender cada vez mais que “*saber Matemática é fazer Matemática*” (NCTM, 1991), o que significa aproximar o aluno o mais possível da actividade do matemático. A resolução de problemas foi a orientação mais forte desta nova forma de encarar o ensino e a aprendizagem da Matemática, o que motivou um grande interesse por parte da comunidade de educação matemática e, em particular, dos investigadores. Consequentemente, coexistem várias acepções sobre a resolução de problemas e sobre os processos envolvidos nesta actividade. Contudo, existe algum consenso sobre o seu carácter não rotineiro e desafiante, presente na definição apresentada por Pólya: uma pessoa tem um problema quando procura “conscientemente uma certa acção apropriada para obter um objectivo claramente concebido mas não atingível de maneira imediata”

(1962/81, vol. I, p. 117). Para além disso, vários autores (como Ernest e Silver) partilham com Pólya a ideia de que a resolução de problemas tem como ponto de partida uma situação, um objectivo ou uma questão bem definidos, colocando assim de parte um processo bastante importante da actividade matemática — a formulação de problemas, uma dimensão que vem a ser acrescentada na abordagem investigativa (Ponte, Ferreira, Varandas, Brunheira e Oliveira, 1999). As investigações distinguem-se assim dos problemas pelo seu carácter divergente, tão bem ilustrado pela conhecida metáfora geográfica: “o importante é explorar um aspecto da Matemática em todas as direcções. O objectivo é a viagem e não o destino” (Pirie, 1987).

Deste modo, e por se considerar que ao aluno também deve caber o papel de colocar questões e definir objectivos, as investigações passaram a assumir uma importância crescente. Aliás, já Pólya (1962/81, vol. II) defendia que os problemas devem mostrar aos alunos o que é fazer Matemática, o que é trabalho independente e criativo, e nesse sentido propunha a realização de “problemas de investigação” que devem ser ricos, sugerir outros problemas para os quais os alunos possam contribuir e conduzir à observação e formulação de conjecturas e argumentos.

Na última década temos assistido a uma crescente valorização das actividades de investigação, visível nos programas de Matemática de alguns países ou em documentos de referência. Apesar de, frequentemente, o termo investigação não ser explícito, as recomendações apontam para a realização de actividades cuja natureza coincide com a actividade de investigação. É o caso das *Normas para o Currículo e Avaliação da Matemática Escolar* (NCTM, 1991) que apresenta como um dos objectivos para os alunos, aprender a raciocinar matematicamente, isto é, “formular conjecturas, procurar justificações e construir uma argumentação em concordância” (p. 7). Já nas *Normas Profissionais* (1994), o NCTM é mais explícito ao afirmar, por exemplo, que “o espírito de investigação deve estar presente em todo o ensino e aprendizagem da Matemática” (p. 117). Em Inglaterra, as actividades de investigação têm já alguma tradição e o reconhecimento da sua importância levou inclusivamente a que, em 1988, a reforma do sistema de avaliação para alunos de 16 anos passasse a contemplar a realização de trabalho investigativo com um peso significativo na nota final. Também em França, as orientações dos programas do ensino secundário, em vigor desde 1997, apresentam como um dos objectivos principais habituar os alunos à prática do trabalho científico,

atribuindo uma importância assinalável à actividade de investigação (Ponte, Ferreira, Varandas, Brunheira e Oliveira, 1999).

Também em Portugal, o documento da Associação de Professores de Matemática (APM), *Renovação do Currículo da Matemática Escolar* (1988) considera “essencial o trabalho à volta de situações problemáticas variadas e envolvendo processos e actividades como experimentar, conjecturar, matematizar, provar, generalizar, discutir e comunicar” (p. 41), aspectos que são centrais na actividade de investigação matemática. No que diz respeito aos programas de Matemática dos 2º e 3º ciclos do ensino básico embora também não se fale em investigações, encontram-se muitas referências aos processos presentes neste tipo de actividade, principalmente entre as orientações metodológicas. Por exemplo, no programa do 3º ciclo refere-se que

“Relativamente ao raciocínio, continua a ser importante a exploração de situações que favoreçam o desenvolvimento do raciocínio indutivo e são propostas outras em que o raciocínio dedutivo assume uma importância maior: o aluno vai verificar conjecturas, justificar propriedades, fazer pequenas cadeias de raciocínio, defender um processo de resolução, eventualmente fazer uma demonstração” (Ministério da Educação, 1991, p. 195).

Ainda neste documento, e no que diz respeito à avaliação, indica-se que

“Colher-se-á informação sobre os diferentes tipos de raciocínio utilizados, observando se o aluno justifica processos, faz e valida conjecturas, relaciona, generaliza, tira conclusões e argumenta” (p. 200).

Mais recentemente, e ainda no que diz respeito ao ensino básico, as orientações sobre o tipo de trabalho a desenvolver na sala de aula têm vindo a reforçar a importância das investigações. No documento de apoio aos professores *Matemática na Educação Básica* (Abrantes, Serrazina e Oliveira, 1999) é indicada como uma competência matemática que todos os alunos devem desenvolver ao longo da educação básica,

“a predisposição e a aptidão para raciocinar matematicamente, isto é, para explorar as situações problemáticas, procurar regularidades, fazer e testar conjecturas, formular generalizações, pensar de maneira lógica” (p. 41).

No documento de trabalho *Matemática: Competências Essenciais*, da responsabilidade do Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação (1999), sugere-se que a competência matemática dos alunos desenvolve-se através de uma

experiência matemática rica e diversificada, da qual deve fazer parte a realização de actividades de investigação.

Finalmente, no que diz respeito ao programa de Matemática em vigor para o ensino secundário, podemos afirmar que, de todos os programas portugueses, este é o que faz mais alusão às actividades de investigação. Por um lado, continuamos a encontrar referências que valorizam o seu desenvolvimento, por exemplo, entre as finalidades da disciplina neste ciclo de ensino: “desenvolver as capacidades de formular e resolver problemas, de comunicar, assim como a memória, o rigor, o espírito crítico e a criatividade” (Ministério da Educação, 1997, p. 3). Mas, por outro lado, neste programa e, mais precisamente, nas indicações metodológicas podemos encontrar pela primeira vez referências explícitas a estas actividades: “no estudo das famílias de funções os alunos podem realizar pequenas investigações” (p. 20).

Vale ainda a pena referir, no que diz respeito a materiais de apoio aos professores, a brochura *Didáctica* (Ponte, Boavida, Graça e Abrantes, 1997) editada pelo Departamento do Ensino Secundário do Ministério de Educação, onde as actividades de investigação são sugeridas como um “tipo de trabalho que favorece o desenvolvimento do espírito de observação e do sentido crítico, a capacidade de sistematização de resultados parcelares e de abstracção, bem como as capacidades de demonstração e argumentação” (p. 76).

Assim, podemos afirmar que as actividades de investigação constituem um tipo de trabalho cuja implementação nos vários níveis de ensino tem vindo a ser progressivamente valorizada. Contudo, devemos também reconhecer que essa implementação levanta vários e complexos desafios aos professores, que vão desde a sua integração no currículo à construção, adaptação ou selecção de tarefas, ou ainda, à avaliação dos alunos. Mas também as escolas, as associações profissionais e os centros e instituições de formação são chamados a intervir quando se pretende inovar e, nesse sentido, interessa, por exemplo, saber quais os tipos de formação que podem desenvolver a competência dos professores na realização das actividades de investigação na sala de aula (Oliveira, Ponte, Santos e Brunheira, 1999).

Voltando à formação inicial e relacionando-a agora com a preparação dos futuros professores de Matemática para a realização de aulas de trabalho investigativo, são

várias as questões merecedoras de análise. Este trabalho enunciará algumas delas e procurará responder-lhes, contribuindo para o alargamento do conhecimento desta área.

O problema do estudo

Este estudo tem por objectivo analisar o conhecimento e as atitudes do professor estagiário associados à realização de aulas de trabalho investigativo. Mais concretamente, procurará responder às seguintes questões:

1. Como se caracteriza o conhecimento matemático dos professores estagiários e de que forma evolui?
2. Quais as atitudes que o professores estagiários manifestam relativamente ao ensino da Matemática? Em particular, quais as atitudes que revelam face à realização de actividades de investigação na aula de Matemática e de que forma evoluem?
3. Como se caracteriza o conhecimento didáctico dos professores estagiários, relativo à preparação, condução e reflexão sobre aulas de investigação matemática e de que forma evolui?
4. Que relações se estabelecem entre as diferentes dimensões do conhecimento e entre estas e as atitudes dos professores relativamente à realização de actividades de investigação na aula de Matemática?

II. O conhecimento profissional do professor

Neste capítulo apresento uma revisão sobre a investigação relativa ao conhecimento profissional do professor — sua natureza, estrutura e conteúdo —, bem como uma análise de trabalhos que mais directamente se relacionam com o conhecimento profissional do professor de Matemática associado à realização de trabalho investigativo nas aulas.

A investigação sobre o conhecimento do professor

O interesse da investigação educacional pelo professor como objecto de estudo tem sido crescente e direccionado a vários aspectos. No entanto, segundo Carter (1990), só há relativamente pouco tempo se iniciou o estudo do seu conhecimento. Segundo esta autora, este facto deve-se ao domínio que a perspectiva behaviourista exerceu sobre a investigação pois, segundo aquela tradição, o pensamento e o conhecimento eram demasiado “mentais” para que a investigação lhes pudesse dar atenção, preferindo focar-se em comportamentos e competências observáveis. A ênfase na cognição veio a ser estimulada, por um lado, pelo interesse das ciências sociais pela cognição e pelo contexto e, por outro lado, pelo aparecimento de estudos de tipo interpretativo no fim dos anos 60. Deste modo, à medida que a cognição ganhava importância nas ciências sociais e comportamentais, assim a investigação em educação se voltava para o estudo dos processos cognitivos e do pensamento dos professores.

Ainda segundo Carter (1990), foi principalmente na década de 70 que se realizaram os primeiros estudos sobre o conhecimento do professor, enquadrados numa linha de *processamento de informação*, recorrendo à linguagem técnica da psicologia e, frequentemente, a situações laboratoriais. O seu foco foram os processos mentais que os professores usam para identificar problemas, formular planos, avaliar estratégias alternativas... Os primeiros trabalhos centraram-se na planificação de aulas e na tomada

de decisões na própria aula; mais tarde, vários estudos analisaram as diferenças na forma de ensinar e de pensar entre professores ditos peritos e professores principiantes. De uma maneira geral, estas investigações sugerem que os professores peritos possuem estruturas de conhecimento ricas que derivam da sua experiência. Este conhecimento estruturado pelos acontecimentos permite-lhes reconhecer comportamentos típicos, interacções, situações associadas a acontecimentos e até antecipá-las. Para Carter há três implicações a tirar destes estudos: a) o conhecimento dos peritos é especializado num determinado domínio — não se trata apenas de ter uma maior capacidade geral de resolução de problemas; b) o conhecimento dos peritos é organizado — em torno de conceitos e proposições que reflectem o ambiente nos quais operam; e c) grande parte desse conhecimento é tácito — não se pode formalizar nem ensinar directamente, pois é construído a partir de experiências repetidas.

Os resultados destes estudos merecem, no entanto, algum cepticismo por parte de vários investigadores. Por um lado, assim como Carter, Shulman (1986) considera que a investigação não se focou verdadeiramente no conhecimento que os professores usam para interpretar situações e formular planos e decisões. Por outro lado, conhecer apenas as diferenças entre peritos e principiantes não contribui especialmente para a compreensão do conhecimento do professor, nem da forma como esse conhecimento é adquirido. Para Elbaz (1991), a ideia defendida por Berliner (1986) de que os resultados da investigação que compara os professores peritos e os principiantes fornecem pistas para a formação inicial, merece várias críticas:

“segue-se dessa posição que nós estaremos interessados no professor como objecto apenas na medida em que aquilo que ele faz, ou pensa, possa ser replicado; não temos razão alguma para estar interessados nos aspectos idiossincráticos e espontâneos do seu conhecimento. Consequentemente, muito do que é pessoal ou ligado ao contexto, tácito ou difícil de formular, deixa de nos interessar, e em larga medida a história do professor fica por contar” (p. 8).

Apesar das críticas, Carter (1990) considera que estes estudos foram percursos importantes da investigação sobre o conhecimento do professor que se centra na sua substância e organização. Durante a década de 80, a investigação sobre o conhecimento do professor enveredou por novos caminhos. Tamir (1991) identifica duas linhas principais de investigação — a que estuda o *conhecimento profissional* e a que atende à

sua vertente *pessoal*. A sua natureza mais prática ou teórica, constitui também um interesse para os investigadores. Estes aspectos são analisados em seguida de uma forma mais aprofundada.

A natureza do conhecimento do professor

A visão que prevaleceu durante muito tempo entre investigadores atribui ao professor experiência e ao académico conhecimento (Feiman-Nemser & Floden, 1986), o que ilustra a desvalorização e a fraca concepção do conhecimento do professor. Esta visão está também associada a uma outra sobre o conhecimento, que o caracteriza como “empírico” e “analítico”, atribuindo uma importância relativamente pequena ao conhecimento experiencial (Elbaz, 1981). Como Elbaz critica, o professor é também visto como um “transmissor passivo de conhecimentos”, imagem que é perceptível, por exemplo, na forma como é muitas vezes ignorado em estudos de desenvolvimento curricular. Mais genericamente ainda, a investigação sobre o ensino tende a ver o professor de uma forma fragmentada e de uma perspectiva negativa, o que reforça a visão do professor como um instrumento.

Na tentativa de tratar mais adequadamente o papel do professor, Elbaz (1981) propõe uma visão deste profissional como alguém que possui e utiliza um *conhecimento prático*, no sentido de que é um conhecimento *da* prática, assim como mediado *pela* prática. Esta noção de conhecimento prático não se reduz a um compêndio de “conselhos práticos”, sendo antes “um corpo de conhecimento orientado para um contexto prático particular” (p. 53).

Também para Schön (1988), a dimensão prática é extremamente relevante para o conhecimento profissional, por várias razões. Em primeiro lugar, para este filósofo, um dos aspectos que distinguem o conhecimento profissional de outros tipos de conhecimento reflecte-se na forma como os indivíduos reagem, na prática, a situações inesperadas. Como este autor explica, depois de aprendermos a fazer algo, podemos executar várias acções sem ter de pensar sobre elas, agindo de forma espontânea e rotineira. No entanto, por vezes somos confrontados com uma situação que nos causa surpresa, para o qual não temos resposta imediata. Perante essa situação, podemos ignorar o sucedido ou podemos reflectir — reflectir *sobre* a acção, num momento

posterior e sem influenciar os acontecimentos, ou reflectir *na* acção, no momento em que ela se desenrola e reagindo de acordo com essa reflexão. É esta capacidade de reflexão *na* acção que os profissionais competentes possuem. Em segundo lugar, é também através da prática que o conhecimento se revela, já que ele é, em grande medida, um conhecimento tácito, que dificilmente se torna explícito através de palavras. Finalmente, Schön salienta também que a aprendizagem de *todas* as formas de mestria profissional depende, pelo menos em parte, da liberdade para aprender fazendo, reforçando mais uma vez a relação da prática com o conhecimento profissional.

Para além da identificação do carácter prático do conhecimento do professor, Elbaz (1981) enuncia ainda cinco orientações, justificando a sua pertinência:

- uma orientação situacional — já reflectida no seu carácter prático — porque o professor procura dar sentido e responder às situações que enfrenta no ensino;
- uma orientação pessoal, visto que o professor procura usar o seu conhecimento para poder trabalhar de uma forma pessoalmente significativa;
- uma orientação social, porque as condições e constrangimentos sociais moldam e são moldados pelo conhecimento do professor;
- uma orientação experiencial que, embora implícita nas categorias anteriores, permite apurar a visão de que o conhecimento do professor se relaciona com a sua experiência;
- uma orientação dada pela teoria que reflecte a posição do professor relativamente ao conhecimento teórico e a forma como ele o utiliza.

A análise destas cinco orientações no estudo do conhecimento prático de uma professora sugere que elas têm vários aspectos comuns, o que, segundo Elbaz é um indicador de que o conhecimento prático está organizado como um todo.

Algumas das orientações do conhecimento do professor formuladas por Elbaz são também estudadas por outros autores. Por exemplo, Bromme (1994) sublinha a importância da experiência pois, para este autor “o conhecimento profissional é uma mistura particular de áreas de conhecimento [...], mistura que é estruturada pela experiência prática do professor na sua sala de aula” (p. 81), atribuindo-lhe também assim, implicitamente, uma orientação situacional. Ainda segundo Bromme, alguns

estudos empíricos mostram que a relação dos professores com a teoria é muito mais fraca, preferindo estes recorrer ao seu conhecimento experiencial.

A orientação pessoal referida por Elbaz é reforçada por vários outros investigadores. Por exemplo, Tamir (1991) afirma ser difícil estabelecer a distinção entre o conhecimento profissional e o conhecimento pessoal, já que ambos estão ligados a uma pessoa. Para este autor, “qualquer aquisição de conhecimento profissional dependerá da estrutura cognitiva do professor existente e, conseqüentemente, como resultado da interação entre os dois, o conhecimento construído será pessoal e idiossincrático” (p. 265).

A investigação que se foca no carácter pessoal do conhecimento do professor constitui, inclusivamente, uma das duas linhas de investigação sobre o conhecimento prático identificadas por Carter (1990) — o *conhecimento pessoal* e o *conhecimento da sala de aula*. Segundo o primeiro, o conhecimento prático é moldado pela história pessoal do profissional, o que inclui intenções e objectivos, assim como os efeitos da sua experiência de vida. Para Carter, esta linha de investigação fornece informações ricas sobre os efeitos da experiência, ou seja, sobre a forma como os professores aprendem ensinando, e sobre as condições em que os professores usam o seu conhecimento, não proporcionando uma informação genérica sobre o que realmente sabem. Ao contrário desta visão, a investigação do conhecimento da sala de aula reconhece que, “apesar de haver uma variação grande entre professores, alunos, salas de aula, é possível codificar, num sentido geral, o que os professores sabem e que lhes permite navegar nestes ambientes” (p. 302). No entanto, isto não significa que este seja um conhecimento proposicional gerado exteriormente por estudos ou disciplinas, mas sim um conhecimento situado, com raiz na experiência da sala de aula.

Assim, para Carter, as posições extremas destas perspectivas revelam visões claramente diferentes sobre o conhecimento dos professores: para os “extremistas do pessoal” o conhecimento de cada um é único e não pode ser codificado sem que se percam características importantes; para os “extremistas do contexto”, as situações determinam o que o indivíduo pensa e faz. Para esta autora, apesar destes opostos, há pontos de convergência nas duas perspectivas que parecem promissores — ambas pretendem chegar ao que o professor sabe e às influências que as situações exercem nesse conhecimento.

A estrutura do conhecimento do professor

Shulman (1986) sugere três formas de conhecimento do professor: *conhecimento proposicional, de casos e estratégico*. No primeiro incluímos grande parte do conhecimento que é ensinado ao professor durante a sua formação. Pode ser explicitado na forma de proposições de diferente tipo, como princípios (que, na sua maioria, provém da investigação empírica), máximas (de carácter prático, como a famosa frase “nunca sorrias até ao Natal”) e normas (que podem ter um carácter ético ou ideológico). O conhecimento de casos é, ao contrário do anterior, contextualizado e representativo da complexidade das situações. Refere-se a um acontecimento específico, bem documentado, mas não se reduz ao seu relato pois o conhecimento que representa é que faz com que seja reconhecido como um caso. Como Shulman refere “um acontecimento pode ser descrito; um caso tem de ser explicado, interpretado, argumentado, dissecado e reconstruído” (p. 12), por isso, envolve sempre teorização. Finalmente, o conhecimento estratégico é aquele que informa o professor quando este se “confronta com situações particulares ou com problemas, sejam eles teóricos, práticos ou morais, quando os princípios colidem e não é possível uma solução simples” (p. 13).

A estrutura do conhecimento do professor proposta por Elbaz (1981), inclui *regras práticas, princípios práticos e imagens*. A regra prática é uma afirmação claramente formulada sobre o que fazer ou como fazer numa determinada situação; um princípio prático é mais abrangente do que uma regra e incorpora um objectivo de forma deliberada e reflectida; as imagens são menos explícitas e envolvem sentimentos, valores, necessidades e crenças, muitas vezes formuladas a partir de expressões metafóricas. Para esta autora, as imagens servem para orientar o pensamento do professor e organizar o seu conhecimento, constituindo também um meio para evidenciar o conhecimento prático dos professores.

Este duplo papel das imagens enunciado por Elbaz é corroborado por outros autores. Por exemplo, Nóvoa (1991) sublinha a enorme influência que elas exercem no modo de estar do professor, afirmando mesmo que “a maneira como cada um de nós ensina está directamente dependente da imagem que temos da profissão” (p. 11). A própria Elbaz (1981) usou as imagens como instrumento de investigação no estudo de

Sarah, para quem um dos princípios que orienta o seu ensino é a promoção de um ambiente de sala de aula que facilite a comunicação. Este princípio foi capturado de forma metafórica no desejo expresso pela professora de ter “uma janela aberta sobre as crianças e sobre o que elas pensam” (p. 62). Também Clandinin (1989) recorreu às imagens de Stewart, um professor de um jardim infantil, por forma a aceder ao seu conhecimento prático e pessoal. O seu estudo evidenciou uma imagem que o professor possui do ensino — o ensino está relacionado com as crianças. Vários estratos dos diários e entrevistas ao professor mostram como a relação com as crianças é, para si, a questão central do ensino, funcionando como uma estrutura do seu conhecimento prático pessoal. Esta imagem tem uma componente emocional, assim como moral, transportando a última um juízo sobre a forma como se deve relacionar com as crianças. Para além disso, para Clandinin a imagem envolve vários elementos do conteúdo do seu conhecimento prático pessoal: “conhecimento do processo instrucional, conhecimento de si próprio como professor e como pessoa, conhecimento apropriado das matérias de ensino, todos foram capturados pela imagem” (p. 126).

Como foi referido anteriormente, Elbaz (1981) considera que as imagens envolvem aspectos diversos como os sentimentos, valores, necessidades e crenças, não estabelecendo assim uma separação entre estes aspectos e o conhecimento do professor. Também para Thompson (1992), é difícil distinguir crenças de conhecimento, motivo pelo qual muitos investigadores não as diferenciam. No entanto, para esta autora há duas características que as distinguem — o grau de convicção e de consenso. De uma maneira geral, uma crença envolve uma forte convicção e até um envolvimento pessoal, o que não acontece com o conhecimento. Este, por seu lado, congrega um elevado grau de consensualidade e está associado a critérios de validade, os quais não regulam a perfilhação de crenças. Segundo Thompson, muitos investigadores afirmam que devido à ligação estreita entre crenças e conhecimento não é útil tentar distinguir estes dois aspectos no estudo do professor; esse esforço deverá ser feito sim no sentido de compreender de que forma é que suas as crenças, ou o que ele assume como conhecimento, se relacionam com a sua experiência. Deste modo, Thompson sugere em alternativa que:

“os investigadores foquem os seus estudos nas concepções dos professores — estruturas mentais, envolvendo tanto crenças como qualquer aspecto do conhecimento do professor que advém da experiência, tal como

significados, conceitos, proposições, regras, imagens mentais, e afins — ao invés de simplesmente [se focarem] nas crenças” (p. 141).

Assumindo ou não estas diferenças conceptuais, é indiscutível a importância que tem o estudo das crenças ou das concepções dos professores, quer pelas relações que se estabelecem entre si, quer pela influência nas práticas lectivas. Para Ponte (1992)

“as concepções influenciam as práticas, no sentido em que apontam caminhos, fundamentam decisões, etc. Por seu lado, as práticas que são condicionadas por uma multiplicidade de factores, levam naturalmente à geração de concepções que com elas sejam compatíveis e que possam servir para as enquadrar conceptualmente” (p. 198).

Ao rever a investigação realizada, Thompson regista que a relação entre crenças ou concepções e a prática dos professores tende a ser forte, havendo muitas vezes coerência entre concepções e práticas. Contudo, esta autora não ignora as inconsistências que foram registadas em alguns estudos. Pelo contrário, encontra nelas a evidência de como “as concepções dos professores sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática não se relacionam simplesmente como uma causa-efeito nas práticas lectivas. Ao invés, elas sugerem uma relação complexa, com muitas fontes de influência a trabalhar” (p. 138). Mais ainda, a autora afirma que a investigação sugere que as crenças são dinâmicas, susceptíveis de mudar à luz da experiência.

Assim como Elbaz (1981) associa às imagens e, por sua vez, ao conhecimento, aspectos como sentimentos, valores e necessidades, também Brown e Baird (1993) consideram que o conhecimento e as crenças são difíceis de separar das atitudes. Para estas investigadoras, é muito importante ter em conta as atitudes dos professores, especialmente, no que concerne à Matemática, pois

“nem só as concepções dos professores sobre a Matemática podem ser aprendidas pelos alunos, mas também as atitudes dos professores — tais como entusiasmo, curiosidade, ou ansiedade relativamente à Matemática — podem ser percebidos pelos alunos e influenciá-los” (p. 250).

O conteúdo do conhecimento do professor

As matérias que o professor lecciona constituem, de maneira geral, o domínio sobre o qual este profissional recebe maior formação — muitas vezes o único.

Criticando algumas vozes que desvalorizam este saber, Lee Shulman (1986) mostra como historicamente o professor sempre teve de dominar bem o conteúdo que ensina, exigência que lhe era feita sobretudo em momentos de avaliação.

Também para Ball e McDiarmid (1990), a importância da formação dos professores na disciplina da sua especialidade é algo bastante consensual. Este profissional tem de realizar tarefas como “seleccionar actividades significativas para a aprendizagem, fazer perguntas produtivas, e avaliar a aprendizagem dos alunos, todas elas dependentes da compreensão do professor sobre aquilo que os alunos vão aprender” (p. 437). Mais ainda, as concepções dos professores sobre a sua disciplina dão forma à sua prática e, mesmo sem querer, influenciam os alunos através do seu envolvimento em ideias e processos. Porém, se a importância deste tipo de conhecimento não é questionada, Shulman (1986) considera surpreendente a quase inexistência de investigação educacional sobre o conhecimento disciplinar do professor, um problema que este autor designa por “paradigma ausente”. Sublinhando a necessidade de um quadro de referência teórico que permita estudar este domínio do conhecimento, Shulman sugere a distinção entre *conhecimento disciplinar* (*subject matter content knowledge*), *conhecimento didáctico* (*pedagogical content knowledge*) e *conhecimento do currículo* (*curricular knowledge*).

Assim, para o referido autor, o conhecimento disciplinar “refere-se à quantidade e organização de conhecimento *per se* na mente do professor” (p. 9); vai para além do conhecimento de factos ou conceitos, pois o professor deve saber “a razão porque uma proposição em particular é tida como garantida, porque é que vale a pena sabê-la, e como que se relaciona com outras proposições, tanto do âmbito da disciplina como fora, tanto na teoria como na prática” (p. 9).

O conhecimento didáctico refere-se ao conhecimento que é necessário para ensinar determinado assunto. Nesta categoria Shulman inclui

“as formas mais úteis de representar essas ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos, explicações, e demonstrações — numa palavra, as formas de representar e formular um assunto que o tornam compreensível para os outros [...] inclui também uma compreensão dos motivos que tornam a aprendizagem de um tópico específico fácil ou difícil: as concepções e preconcepções que alunos de diferentes idades e *backgrounds* trazem consigo para a aprendizagem...” (p. 9).

Para Shulman, a investigação sobre o ensino e a aprendizagem podem dar um contributo importante para esta dimensão do conhecimento do professor, por exemplo no que diz respeito às concepções dos alunos e à forma como elas afectam a sua aprendizagem. Para Carter (1990), o conhecimento didáctico está mais enraizado no conhecimento disciplinar e do currículo, sendo por isso mais formal do que pessoal ou situado.

Finalmente, Shulman (1986) considera que o conhecimento curricular diz respeito a um conhecimento crítico sobre “programas desenhados para o ensino de determinados assuntos e tópicos de um dado nível, a variedade de materiais disponíveis...” (p. 10).

Mas o professor tem também outro tipo de conhecimento que é independente da disciplina que lecciona e que lhe permite, por exemplo, gerir problemas de comportamento que os alunos possam manifestar. Shulman não ignora este conhecimento pedagógico, nem tão pouco a sua importância, simplesmente esse não constitui objecto da sua investigação. Em suma, este autor considera essencialmente quatro dimensões do conhecimento do professor: conhecimento disciplinar, didáctico, curricular e pedagógico.

As dimensões do conhecimento de Shulman são uma referência para muitos estudos e uma base de trabalho para vários investigadores. Por exemplo, referindo-se apenas ao caso da Matemática, Bromme (1994) parte das categorias de Shulman e sugere um alargamento e maior diferenciação. Assim, Bromme propõe que o conhecimento da Matemática enquanto disciplina escolar se distinga do conhecimento da Matemática pois, segundo ele, a Matemática escolar não é uma apenas uma simplificação da Matemática que é estudada na universidade, ela tem uma lógica, uma “vida própria”. Para além disso, o autor acrescenta uma nova categoria — a *filosofia da Matemática escolar*. Esta dimensão contém “juízos sobre quais são os conceitos e procedimentos centrais que devem ser ensinados, o que caracteriza o pensamento matemático” (p. 80) e está intimamente ligada ao conhecimento disciplinar e ao conhecimento didáctico. A filosofia da Matemática escolar tem uma correspondência com as concepções sobre Matemática, tal como são tratadas por Thompson (1992), no entanto, Bromme prefere enquadrá-las como um conteúdo do conhecimento do professor pois considera que fazem parte de um metac conhecimento, com fundamentos na epistemologia e ontologia da Matemática.

Ponte, Oliveira, Cunha e Segurado (1998) designam por conhecimento didáctico o conhecimento profissional do professor que está mais directamente relacionado com a sua prática lectiva. As categorias que consideram são:

Matemática	Conceitos Terminologia Relações entre conceitos Processos matemáticos Forma e validação de resultados Competências básicas e processos de raciocínio
Processos De aprendizagem	Relação entre acção e reflexão Papel das interacções Papel das concepções dos alunos Papel dos conhecimentos prévios Estratégias de raciocínio Perspectivas em relação às capacidades dos alunos
Currículo	Finalidades e objectivos Ligação com os conteúdos Ligação com outros assuntos Representações dos conceitos Materiais
Instrução	Ambiente de trabalho e cultura de sala de aula Tarefas — concepção, selecção sequenciação Tarefas —apresentação, apoio na execução, reflexão Comunicação e negociação de significados Modos de trabalho na sala de aula

Quadro 1 – Categorias do conhecimento didáctico do professor relativo à sua prática lectiva, Ponte et al. (1998)

Usando a mesma terminologia ou outra semelhante, especificando mais ou menos as suas dimensões, o conteúdo do conhecimento do professor que Shulman descreve reúne um grau de consensualidade considerável por parte de muitos investigadores. Há, no entanto, uma outra dimensão do conhecimento que certos autores consideram: o *conhecimento de si*. Porém, enquanto que alguns tendem a ignorar este tipo de conhecimento, outros atribuem-lhe extrema importância. É o caso de Elbaz (1983) que considera o conhecimento de si como uma das cinco categorias do conteúdo do conhecimento prático do professor. Para esta investigadora, a imagem que o professor tem de si como profissional, a forma como vê o seu lugar na sala de aula e na própria escola, o tipo de autoridade e responsabilidade que assume, os seus valores pessoais e objectivos, todos estes aspectos influenciam consideravelmente o conhecimento que o professor usa. Também Kagan (1992) sublinha a relevância desta dimensão, sobretudo

no que diz respeito à imagem que o professor tem de si próprio que tem de ser forte. Falando da sua influência nos professores em início de carreira, a autora afirma que “só depois dos principiantes resolverem as suas imagens de si enquanto professores é que poderão começar a virar o seu foco para o exterior e concentrarem-se naquilo que os alunos estão a aprender a partir das suas tarefas escolares” (p. 147).

Finalmente, o *conhecimento do contexto do ensino* (*knowledge of the milieu of teaching*) é ainda reconhecido por Elbaz (1983) como um conteúdo do conhecimento prático do professor. Esta dimensão reflecte a forma como o professor encara não só a sala de aula, mas também a escola (as relações com outros professores, com a administração...) e ainda o próprio contexto político do ensino.

A investigação que tem sido feita nos últimos anos e que se foca no conhecimento dos professores tem revelado a grande riqueza, mas também a enorme complexidade, do objecto em estudo. O conhecimento do professor não se reduz ao conhecimento da disciplina que lecciona. Ele engloba outros aspectos como o conhecimento curricular, que lhe permite reconstruir, no dia-a-dia e com os seus alunos, um currículo adequado aos objectivos propostos; o conhecimento didáctico que informa sobre as estratégias a usar e a forma como as implementar; o conhecimento dos alunos, suas dificuldades, interesses e outras características que são levadas em conta no trabalho a desenvolver, dentro ou fora da sala de aula; o conhecimento do contexto escolar, que transpõe a sala de aula e engloba a escola e a sua cultura, o meio escolar e profissional; e o conhecimento de si enquanto professor, suas potencialidades, preferências e limitações. Mas se bem, assim descrito, o conhecimento do professor pareça simples, organizado e fácil de compreender, na verdade, esta facilidade é apenas aparente. Todos os aspectos do seu conteúdo se encontram interligados e dependentes de vários outros factores. Por exemplo, os investigadores têm evidenciado o carácter pessoal e idiossincrático deste conhecimento, na medida em que ele se relaciona estreitamente (ou inclui mesmo) concepções, crenças, imagens, sentimentos, etc. Também a sua dupla ligação à prática é outro aspecto bastante salientado, pois o conhecimento é em boa parte gerado pela experiência, mas também esta decorre sob a influência do conhecimento do professor. Mais ainda, é também através da prática que o conhecimento do professor se torna explícito, já que boa parte do que ele sabe não é traduzível no seu discurso, apenas na sua acção, o que vem acrescer à dificuldade de estudar este assunto.

O conhecimento profissional do professor de Matemática e a realização de aulas de trabalho investigativo

A realização de aulas de trabalho investigativo em que os alunos se envolvam de facto em verdadeira actividade matemática, requer que o professor possua e mobilize um grande conjunto de conhecimentos, alguns dos quais com uma certa complexidade e especificidade. Em Portugal, o projecto *Matemática para Todos – investigações na sala de aula* (MPT), desenvolveu um trabalho significativo em torno das actividades de investigação. Uma das suas vertentes principais foi a construção e experimentação de tarefas de cunho investigativo, numa linha de desenvolvimento curricular. Outra vertente importante foi o estudo dos aspectos associados à implementação deste tipo de trabalho nas aulas de Matemática, nomeadamente, o conhecimento didáctico do professor.

Ponte, Oliveira, Cunha e Segurado (1998) desenvolveram um estudo com base em narrativas sobre aulas de trabalho investigativo, conduzidas por professores dos 2º e 3º ciclos do ensino básico (alguns deles pertencentes ao projecto MPT). Este trabalho permitiu evidenciar diversos aspectos do conhecimento didáctico do professor, que os autores organizam em torno de quatro temas: o conhecimento da Matemática, o conhecimento dos processos de aprendizagem, o conhecimento do currículo e o conhecimento da instrução.

No que diz respeito ao conhecimento da Matemática, existem diversos aspectos a realçar. Os conhecimentos mais básicos, como os que envolvem conceitos e terminologia, estão sempre subjacentes ao trabalho investigativo. Porém, nas actividades de investigação são as relações entre os conceitos que tomam especial relevo. Frequentemente, a tarefa incita o aluno na sua procura e o professor vê-se muitas vezes surpreendido pela descoberta de uma nova relação em que não havia pensado, mas que algum aluno se lembrou de investigar. Entre os processos de pensamento matemático, os autores sublinham a importância da formulação de boas questões, pois é a partir delas que a actividade de investigação se desenvolve. Isso não significa, porém, que só ao professor deva caber o papel de colocar questões; pelo contrário, este deve incentivar os alunos a fazerem-no também, até porque as questões podem surgir como

ponto de partida, mas também podem aparecer no decurso da actividade. Para além da formulação de questões, a validação de resultados é também salientada. Na Matemática a demonstração é a forma específica para o fazer e, na devida altura, os alunos devem aprendê-la. Contudo, para alunos mais novos devem ser valorizadas formas mais informais de validação e argumentação, para as quais as actividades de investigação são um terreno propício. Finalmente, a difícil articulação entre as competências básicas e os processos de raciocínio mais avançados constitui um problema frequente para os professores, mas que é necessário enfrentar.

Os processos de aprendizagem dos alunos são outro tema de destaque. Para Ponte, Oliveira, Cunha e Segurado, a aprendizagem decorre da actividade e da reflexão sobre a actividade e essa ideia deve orientar com naturalidade o trabalho que se realiza na sala de aula, devendo o professor promover situações que levem o aluno a pensar e a reflectir sobre as suas acções. Para além disso, os autores salientam a atenção que o professor deve prestar aos factores que podem influenciar essa aprendizagem. Entre eles, referem: as interacções entre si e os alunos e entre estes, as suas concepções e conhecimentos prévios e o modo como o próprio professor encara as capacidades dos seus alunos. No que diz respeito às interacções, salientam que elas “estimulam a actividade criativa dos alunos e levam-nos a novas formas de compreensão das ideias matemáticas” (p. 111). Já as concepções prévias influenciam fortemente a aprendizagem, na medida em que os alunos têm as suas ideias relativamente às questões matemáticas, ao que se espera que digam e, inclusivamente, acerca do conhecimento dos seus professores, ideias que influenciam fortemente o seu comportamento, pelo que o professor não pode deixar de tê-las em consideração. Finalmente, sublinham que o modo como o professor encara as capacidades dos alunos é bastante importante. As actividades de investigação proporcionam uma relação diferente dos alunos com a Matemática e, frequentemente, elas mostram que muitos alunos têm facetas novas e capacidades insuspeitadas pelo seu professor, pondo em causa o conceito de bom e mau aluno.

No que diz respeito ao conhecimento do currículo, os autores consideram que este compreende aspectos como as finalidades e objectivos, a gestão do tempo e a utilização de materiais adequados. Na sua perspectiva, o conhecimento dos dois primeiros tem influência no lugar que o professor reconhece às actividades de investigação.

CIEFCUL
Nº _____

Frequentemente, o cumprimento dos objectivos ligados à aprendizagem de conteúdos é o aspecto mais valorizado, o que se opõe à verdadeira integração das actividades de investigação na prática lectiva. Estas podem servir de suporte à aprendizagem de conteúdos, e são até um terreno propício à ligação entre conceitos matemáticos, ou à utilização de diferentes representações do mesmo conceito (numérica, algébrica, geométrica, esquemática, verbal, etc.). Porém é para o desenvolvimento de determinadas competências que as investigações são especialmente vocacionadas. Isto implica que, por forma a dar cumprimento aos diferentes tipos de objectivos e finalidades, o professor precisa de saber gerir o tempo que habitualmente é tido como escasso. Finalmente, salientam que é preciso reconhecer o papel que os materiais podem desempenhar, quer como ponto de partida para a actividade, quer como um recurso ou um meio auxiliar.

O conhecimento da instrução, o último tema, refere-se à preparação, condução e avaliação do processo de ensino-aprendizagem. Nele os autores incluem:

“questões como o ambiente de trabalho e a cultura da sala de aula, as tarefas, tanto no que respeita à sua concepção, selecção e sequenciação como à sua apresentação aos alunos, apoio na execução e discussão, e ainda a actividade dos alunos, a comunicação e a negociação de significados e os modos de trabalho na sala de aula (em colectivo, em grupo, aos pares ou individual).” (p. 114)

Para Ponte, Oliveira, Cunha e Segurado, o professor deve procurar fomentar um ambiente e uma cultura da sala de aula propícios ao desenvolvimento de trabalho, onde os alunos se sintam bem, onde tenham alguma liberdade para tomar decisões, no contexto de uma responsabilização pela sua própria aprendizagem. Para isso, é necessário prestar permanente atenção à actividade dos alunos, seja ela física (escrever, falar, manipular objectos) ou mental (pensar, reflectir), e avaliar se ela é aceitável ou se deverá fazer algo para a modificar. É preciso também atender à comunicação, promovendo a discussão de ideias matemáticas quer entre alunos, quer em diálogo consigo, quer no contexto de trabalho colectivo. Neste sentido, a organização dos alunos também deve ser tida em conta. O trabalho em pequeno grupo é uma solução bastante utilizada, porém ela não é a única, nem tão pouco é isenta de dificuldades — alguns alunos podem não trabalhar escondendo-se por detrás do trabalho dos colegas, ou podem todos trabalhar sem cooperarem entre si, etc. O trabalho entre pares ou no grupo-

turma pode constituir alternativa e, mesmo o trabalho individual não deve ser ignorado, cabendo ao professor reconhecer os momentos adequados a cada tipo de organização.

A preparação de aulas com actividades de investigação envolve a tomada de decisões a vários níveis. Segundo os autores, o professor deverá assumir uma postura participante no processo de elaboração do currículo, “delineando objectivos, metodologias e estratégias, e reformulando-os em função da sua reflexão sobre a prática” (p. 17). A implementação de actividades de investigação requer, primeiro que tudo, a definição do seu peso relativo no cômputo das actividades da turma e a sua frequência, o que implica tomar decisões ao nível da gestão do tempo. Em seguida o professor deverá seleccionar, adaptar ou criar tarefas em articulação com os objectivos que definiu. Para isso, ele deverá ter em conta as características dos seus alunos (idade, desenvolvimento matemático, familiaridade com as investigações, ...) e os recursos disponíveis, sem nunca perder de vista que as situações a propor deverão ser abertas, de modo a estimularem o aluno a colocar as suas próprias questões e a formular conjecturas.

Já durante a realização das actividades, “é fundamental o modo como o professor promove a apresentação de tarefas, o apoio que dá aos alunos na sua execução, e a reflexão que promove sobre o trabalho realizado” (p. 115). Estas três fases que vão de encontro à estrutura proposta por Christiansen e Walter (1986), são também discutidas por Fonseca, Brunheira e Ponte (1999). Na perspectiva destes autores, a fase de arranque é determinante para o sucesso do trabalho e as opções sobre o modo como ela se pode processar são várias: distribuição do enunciado acompanhado por uma pequena apresentação oral de modo a clarificar a tarefa e criar um ambiente adequado; leitura em grande grupo acompanhada de alguns comentários ou questões, particularmente eficaz no caso de se tratarem de alunos mais novos; apresentação da tarefa exclusivamente por escrito, só aconselhada em situações de grande familiaridade com este tipo de trabalho; apresentação exclusivamente oral, a qual pode até surgir espontaneamente a partir da actividade dos alunos.

Para estes autores, durante a fase desenvolvimento do trabalho, o professor deve assumir o papel de orientador da actividade dos alunos. Muitas são as situações em poderá ser chamado a intervir: por exemplo, os alunos não compreendem as questões ou a situação matemática proposta, bloquearam em algum momento da sua actividade e

não conseguem avançar sozinhos, ou receiam avançar sem que o professor valide o seu trabalho. Em todos estes casos, é importante o apoio que o professor fornece e o modo como o faz. Se um dos objectivos das actividades de investigação é o desenvolvimento de uma atitude investigativa por parte dos alunos, então o professor deve manter uma postura inquiridora. Nas suas sugestões não deverá emitir opiniões muito concretas, preferindo colocar questões mais ou menos indirectas por forma a incentivar o espírito crítico, a reflexão e a procura de argumentos. Mas a necessidade de intervir pode surgir mesmo sem o apelo dos alunos, por exemplo, numa situação em que seguiram um caminho infrutífero, ou numa outra em que seja pertinente desafiar os alunos para um prolongamento da actividade. Portanto, são muitas as situações em que o professor poderá ter de intervir, mas mesmo quando não o faz, certamente que não se sentirá desocupado pois a sua atenção deverá estar centrada na recolha de informações sobre a actividade em curso, tornando o seu papel extremamente exigente.

Na fase de discussão do trabalho realizado, o professor volta a assumir o seu papel de moderador e orientador, dedicando agora especial atenção à promoção da comunicação entre os alunos. Segundo os autores:

“Nesta fase, os alunos são confrontados com hipóteses, estratégias e justificações diferentes das que tinham pensado, são estimulados a explicitar as suas ideias, argumentar em defesa das suas opiniões e a questionar os colegas. É também esta a altura adequada para se clarificarem ideias, se sistematizarem algumas conclusões e se validarem resultados.” (p. 96)

Para além destes aspectos, sublinham que esta última fase é uma boa ocasião para promover a reflexão sobre o trabalho. Esta reflexão pode permitir, por um lado, valorizar os processos de resolução em relação aos produtos ou, por outro, estabelecer conexões com ideias matemáticas ou extra-matemáticas, ou ainda, constituir um ponto de partida para novas investigações.

Voltando às diferentes fases por que passa o trabalho do professor, depois da realização das aulas de investigação é necessário reflectir sobre o sucedido. Para Fonseca, Brunheira e Ponte, nesta reflexão cabem essencialmente dois tipos de avaliação: uma avaliação sobre a forma como decorreram as aulas e que se debruça sobre a adequação da tarefa, dos materiais e recursos, da organização dos alunos, da gestão do tempo, etc.; e uma avaliação (ainda que informal) sobre o trabalho e a aprendizagem dos alunos e que se debruça sobre aspectos como a reacção à tarefa; a

evolução da sua relação com as investigações; os processos (questionar, conjecturar, testar, provar...) em que demonstram maior facilidade ou dificuldade; ou a sua capacidade de expressar ideias matemáticas. Para estes autores,

“Esta reflexão torna-se bastante importante por várias razões. Por um lado, ela informa o professor sobre o trabalho futuro sugerindo o reforço, manutenção ou diminuição deste tipo de trabalho, apontando estratégias mais apropriadas para a sua realização, alertando para obstáculos ou condições facilitadoras a ter em conta. Por outro lado, a reflexão constitui-se também como um momento de aprendizagem do professor sobre outras formas que possibilitem o melhor desempenho do seu papel, atendendo também a um maior conhecimento que vai construindo sobre os seus alunos, sobre as actividades de investigação e sobre a relação destas com a aprendizagem dos alunos.” (p. 98)

Ponte, Ferreira, Varandas, Brunheira e Oliveira (1999) estudaram os processos de pensamento utilizados pelos professores em aulas de trabalho investigativo, bem como a sua relação com o raciocínio dos alunos, tendo em conta os respectivos papéis neste tipo de actividade. Este trabalho teve por base a análise de episódios de aulas conduzidas por professores pertencentes ao projecto MPT e envolveu turmas dos 7º e 9º anos.

A investigação realizada aponta para a distinção de dois tipos de raciocínio do professor que intervêm na condução de aulas de trabalho investigativo — o raciocínio matemático e o raciocínio didáctico. O raciocínio matemático tem um papel determinante na fase de preparação da aula dando estrutura à actividade matemática durante a aula. Contudo, na aula podem surgir questões, conjecturas ou argumentos que o professor não previu, fazendo com que ele se envolva de novo em raciocínio matemático (questionando, conjecturando, testando ou validando). O raciocínio didáctico, em constante interacção com o raciocínio matemático, assume durante a aula uma importância maior. Através dele, o professor procura, fundamentalmente, recolher informações e promover a aprendizagem. A primeira actividade serve para avaliar a situação do trabalho e, eventualmente, tomar uma decisão. A última, por sua vez, diz respeito à intervenção do professor no trabalho e ocupa maior proeminência na sua actividade, subdividindo-se em três partes: explicar, apoiar e sintetizar:

“Na primeira o professor explica um conceito, recorda uma noção, ou estabelece relações directas com outras ideias ou representações matemáticas ou extra-matemáticas. Na segunda, promove a continuação do fluxo do trabalho dentro do universo estabelecido, fazendo perguntas, comentários ou sugestões. Na terceira, introduz um outro nível de trabalho,

avaliando, comentando ou suscitando o comentário dos alunos relativamente ao trabalho realizado e às novas ideias que foram surgindo.” (p. 83)

No que diz respeito aos papéis que o professor assume durante a aula, os autores organizam-nos em três grandes grupos: o modo afirmativo, o modo interrogativo e o modo de gestão. Os dois primeiros incidem directamente sobre o conteúdo matemático. Por exemplo, o modo afirmativo aparece sobretudo associado ao processo de explicar e o modo interrogativo está muito ligado aos testes para recolha de informações, mas também é frequente na fase de apoio ou de síntese. O modo de gestão tem a ver com as acções que o professor realiza visando o bom funcionamento da turma, como sejam a indicação da ordem de intervenções ou a ajuda que presta a um aluno na sua intervenção. No seguinte quadro os autores organizam os papéis desempenhados pelo professor:

X. Modo afirmativo	X.1. Faz uma afirmação ou clarifica o sentido de afirmações anteriores
	X.2. Faz afirmações ou explica conceitos ou procedimentos
	X.3. Valida
Y. Modo interrogativo	Y.4. Pede clarificações
	Y.5. Questiona de forma específica
	Y.6. Questiona de forma aberta
	Y.7. Pede justificações
Z. Modo de gestão	Z.8. Gere a situação didáctica

Quadro 2 — Papel do professor na condução de uma actividade de investigação, Ponte et al. (1999)

A revisão da literatura relativa ao conhecimento profissional do professor associado à realização de actividades de investigação, mostra como a sua inclusão na prática lectiva é algo extremamente exigente, quer pela mobilização de diversos tipos de conhecimento, quer pela imposição de uma postura que deve ser, também ela, de carácter investigativo. A realização de alguns estudos empíricos vem comprovar esse nível de exigência.

Por exemplo, na investigação realizada por Cunha (1998), a autora procurou conhecer os dilemas e as dificuldades de duas professoras do 2º ciclo na realização de tarefas de investigação, assim como identificar as suas origens. Algumas das

dificuldades destacadas remetem para a fase de preparação da tarefa, em que as preocupações das professoras se dividiram entre a previsão das descobertas dos alunos e a ligação com os conteúdos programáticos, e a fase da realização da tarefa, sobretudo no que diz respeito ao apoio a prestar aos alunos. Relativamente a este aspecto, tanto Ema como Maria, as duas participantes no estudo, sentiram o dilema de quererem auxiliar os alunos que lhes colocavam várias dúvidas, sem lhes dar demasiadas instruções. Contudo, apenas a actuação de Maria foi consentânea com o papel que, na sua opinião, o professor deve assumir, já que Ema acabou várias vezes por resolver a situação induzindo os alunos a seguirem determinados caminhos, um facto que a própria constatou. Esta professora sentiu outros dilemas derivados, por exemplo, da utilização da calculadora, o que, na sua perspectiva, punha em causa a aprendizagem do cálculo, um aspecto bastante valorizado por si. Finalmente, considera que o modo como a escola se encontra actualmente estruturada levanta algumas dificuldades à realização de tarefas de investigação. Para Cunha, as dificuldades observadas resultaram, sobretudo, da visão das professoras sobre a Matemática, sobre os currículos, sobre o ensino e a aprendizagem e ainda sobre a sua actividade profissional.

Numa outra investigação, Oliveira (1998) analisou aspectos da prática de duas professoras do 3º ciclo na realização de actividades de investigação. As participantes no estudo, com experiências profissionais muito diferentes e um grau de familiaridade com as investigações também distinto, revelaram assumir papéis com vários pontos convergentes. Por exemplo, das práticas de ambas destacam-se: o apoio à actividade dos alunos, procurando não a orientar demasiado por forma a promover simultaneamente a sua autonomia; o incentivo à comunicação de ideias e argumentação, colocando os alunos em confronto e procurando que sejam eles a argumentar as suas ideias; a promoção do desenvolvimento do processo investigativo (embora cada professora assumisse um estilo diferente); e a exibição, mais ou menos explícita, da natureza das actividades de investigação.

Apesar de as actividades de investigação aparecerem integradas, de forma natural, na planificação de ambas as professoras, a sua realização não deixa de colocar desafios e obstáculos. A diferente familiaridade que as professoras têm com este tipo de tarefas reflecte-se, por exemplo, na segurança com que encaram a sua realização em aula. Por exemplo, Teresa, a professora mais experiente, não sente necessidade de prever com

pormenor as dúvidas ou explorações matemáticas dos alunos, pelo contrário, receia que isso condicione a sua abordagem, pelo que prefere não planificar as suas aulas com muito detalhe. Já Isabel prefere enfrentar a aula mais prevenida, preparando-se com maior cuidado. Um dos desafios que se colocou a ambas as professoras, embora com contornos diferentes, diz respeito ao apoio prestado aos alunos na fase de desenvolvimento da actividade. A perspectiva de que a intervenção do professor deve ser diminuta e não deve orientar demasiado a actividade dos alunos é assumida quer por Teresa quer por Isabel. Contudo, Isabel aceita com mais facilidade dar um apoio mais directo, enquanto que Teresa se interroga sobre a legitimidade e a pertinência do apoio que presta nos momentos de bloqueio.

A investigação realizada mostra que a realização de actividades de investigação na aula de Matemática é uma tarefa exigente para o professor, que implica a mobilização de várias dimensões do seu conhecimento. Desde logo, durante a preparação das aulas, é necessário atender ao currículo por forma a decidir qual deve ser a presença destas actividades na aula e que objectivos deve perseguir. Ainda nessa fase, deverá preparar as tarefas a propor, o que envolve, entre outros aspectos, o conhecimento matemático, o conhecimento das características dos seus alunos e da forma como aprendem. Já durante a condução das aulas, o conhecimento do processo de instrução é chamado a intervir à medida que o professor desempenha diversos papéis por forma a promover um bom ambiente de trabalho, a sustentar a actividade dos alunos, a promover a comunicação, etc. Finalmente, o trabalho do professor prolonga-se na reflexão que faz sobre o trabalho realizado e que envolve uma avaliação quer sobre a aprendizagem dos alunos, quer sobre a forma como decorreram as aulas, informando-o assim sobre novas formas de actuar futuramente.

Mesmo expondo desta forma tão resumida e, por isso, incompleta, as várias tarefas que o professor realiza e os conhecimentos que mobiliza durante a preparação, condução e reflexão sobre as aulas de trabalho investigativo, torna-se claro o seu elevado nível de exigência. Mas a investigação empírica existente vem exactamente confirmar isso. As professoras estudadas revelaram alguns desempenhos e posturas distintas face à realização deste tipo de trabalho na sala de aula. Contudo, mesmo aquelas que possuem uma experiência maior de utilização de investigações nas suas

aulas, manifestam algumas dificuldades e dilemas, a mais premente das quais se traduz no apoio que devem fornecer aos alunos durante a realização da investigação.

III. Formação inicial

Neste capítulo são revistos trabalhos relativos ao processo de aprender a ensinar — quais são os resultados principais da investigação empírica, quais as perspectivas que existem sobre a aprendizagem e os processos da formação inicial e, em particular, como é vista a investigação enquanto estratégia de formação. Em seguida, são analisados estudos empíricos que relacionam a formação inicial com as actividades de investigação, dando especial destaque à investigação portuguesa nesta área.

Aprender a ensinar

Inerente à importância actualmente atribuída ao conhecimento do professor, está o interesse em compreender o seu carácter dinâmico — como nasce, como evolui e como se transforma. Várias são as questões que naturalmente nos surgem: Quando e como o professor adquire o seu conhecimento profissional? Como se caracteriza a sua aprendizagem? Qual a influência da vivência de aluno no ensino básico e secundário? Qual o papel da experiência? O que aprende nos cursos de formação de professores?...

Estas são apenas algumas das questões sobre as quais se tem debruçado a investigação dentro da área habitualmente apelidada de *aprender a ensinar*. Mas então o que significa *aprender a ensinar*? Esta expressão, aparentemente de grande simplicidade, tem tido, no entanto, acepções diferentes. De facto, num trabalho de revisão de literatura sobre o tema, Carter (1990) refere que a expressão *aprender a ensinar* tem sido usada, por exemplo, como sinónimo de socialização do professor ou ainda para referir globalmente a educação do professor. Assim, a referida autora começa por definir o que entende por aprender a ensinar: “significa a aquisição do conhecimento directamente relacionado com a performance da sala de aula” (p. 291). É com este significado que a expressão será usada neste estudo. No entanto, é necessário ressaltar que, apesar de se considerar que o processo de aprender a ensinar não é

exclusivo do início de carreira, os primeiros anos de ensino são especialmente importantes e será, sobretudo, sobre esta fase que incidirá a atenção deste trabalho.

Investigação empírica sobre o *aprender a ensinar*

O problema de saber como os professores aprendem a ensinar é, possivelmente, reconhecido por todos como um problema básico e cujo estudo é essencial. No entanto, como Carter afirmava em 1990, só por essa altura os investigadores começaram a prestar-lhe uma atenção mais sistemática já que, até então, o foco da investigação esteve colocado naquilo que os professores necessitam de saber e em como podem ser treinados, ao invés de atender ao conhecimento que realmente têm e no modo como o adquiriram. A autora analisa estudos que de alguma forma vão de encontro à questão de saber como os professores aprendem. Alguns desses trabalhos, realizados nas décadas de 60 e 70, são pioneiros no estudo do professor. Claramente enraizados na perspectiva behaviourista e recorrendo a metodologias quantitativas, analisam sobretudo os comportamentos dos professores para neles encontrarem os efeitos de programas de formação e de experiências de campo. Outros estudos focam-se nas atitudes, motivos e preocupações dos professores, aspectos que ainda hoje merecem a atenção dos investigadores. Ainda durante esta fase, Carter inclui alguns dos estudos realizados sobre a socialização do professor, nomeadamente, sobre a adaptação às normas e perspectivas da profissão.

Os estudos da década de 80 deram forma à investigação mais recente sobre aprender a ensinar. Passou-se de um tipo de investigação de natureza experimental e metodologias quantitativas, para uma tradição naturalista com recurso a metodologias qualitativas. Para Kagan (1992), enquanto que os estudos anteriores se focavam no comportamento do professor, os novos trabalhos dirigem-se à cognição, crenças e processos mentais subjacentes aos comportamentos exibidos na sala de aula. Ainda segundo Carter (1990), houve uma melhoria na forma como os efeitos dos programas são descritos — os professores deixaram de ser apenas números arrumados em tabelas e, aspectos como o contexto, passaram a ter importância. No entanto, para a autora, “à excepção de referências vagas sobre desenvolvimento, mudança e crescimento, os investigadores são largamente silenciosos sobre a natureza do processo de

aprendizagem na formação de professores. Dada a diversidade conceptual, não é surpreendente a escassez de resultados cumulativos” (p. 295).

Dois anos mais tarde, Kagan (1992) propôs-se a testar estas afirmações de Carter. Para isso, a investigadora analisou quarenta estudos realizados entre 1987 e 1991, evitando cobrir estudos já revistos por outros autores, nomeadamente, por Carter. A maioria desses trabalhos (27) incidem sobre futuros professores (*preservice teachers*) e os restantes sobre professores no(s) primeiro(s) ano(s) de carreira (*first year* ou *beginning teachers*). Os aspectos comuns que Kagan encontrou nos estudos abrangem, de maneira geral, os professores em ambas as fases:

- Os estudantes entram nos programas de formação com crenças sobre o ensino, os alunos, e imagens de si próprios como professores. Frequentemente estas crenças e imagens estão associadas à sua experiência passada, particularmente a modelos de professores exemplares e às suas imagens enquanto alunos. Estas crenças e imagens assumem um papel central, permanecendo muitas vezes inalteradas durante os programas de formação e acompanhando os professores até à prática da sala de aula;
- A imagem de si como professores pode estar relacionada fortemente com aquela que têm de si como alunos, no sentido em que assumem (muitas vezes inconscientemente) que os seus alunos têm o mesmo estilo de aprendizagem, os mesmos interesses e problemas que recordam nessa faceta de si próprios;
- Os futuros professores abordam a sala de aula com pouco conhecimento sobre os alunos, por vezes com visões muito optimistas e simplistas. Muitas vezes tomam contacto com alunos sem motivação e com tendência para exhibir comportamentos inadequados, pelo que a sua falta de preparação para lidar com a indisciplina leva-os a tornarem-se mais autoritários;
- Na construção do conhecimento sobre os alunos, a experiência parece ser crucial, especialmente quando há oportunidades de interacção entre professor e alunos. Outro factor que pode contribuir para este conhecimento é a realização de trabalhos de “investigação”. À medida este conhecimento se adquire, também a imagem de si como professor é modificada, adaptada e reconstruída;
- O conhecimento inadequado de procedimentos da sala de aula, dos alunos e, sobretudo, a ausência de uma forte auto-imagem, parece desviar a atenção dos

professores da aprendizagem dos alunos para si próprios. No entanto, este foco inicial em si é, segundo Kagan, uma fase essencial para o desenvolvimento do professor. Experimentar alguma dissonância com o professor orientador pode facilitar a reconstrução das suas crenças.

Assim, o conhecimento de si, da sala de aula e dos alunos não evolui de forma separada. As experiências passadas e presentes estão misturadas e o crescimento profissional está impregnado no mais íntimo conhecimento de si. Gradualmente, os professores começam a usar o seu conhecimento crescente dos alunos e da sala de aula para modificar, adaptar e reconstruir a sua imagem como professores.

Ainda em 1992, Brown e Borko reviram a literatura sobre *aprender a ensinar*, restringindo-se apenas aos estudos desenvolvidos na área da psicologia cognitiva. Para estas autoras, “aprender a ensinar envolve a aquisição de sistemas de conhecimento ou esquemas, capacidades cognitivas como a resolução de problemas pedagógicos e a tomada de decisões e um conjunto de comportamentos observáveis” (p. 211), sendo que a psicologia cognitiva se foca sobretudo na aquisição do conhecimento e das capacidades. Porém, as autoras chamam a atenção para a dificuldade de estudar separadamente estes dois aspectos, já que os professores recorrem aos seus conhecimentos e capacidades simultaneamente, à medida que se envolvem na planificação e na realização das actividades lectivas.

De acordo com a perspectiva da psicologia cognitiva, segundo a qual o conhecimento é organizado e armazenado em estruturas na mente humana, Brown e Borko usam os domínios do conhecimento de Shulman — que consideram particularmente relevantes — para, a partir deles, organizarem os resultados dos estudos revistos:

- Conhecimento disciplinar. Os estudos mostram que os professores estagiários (*student teachers*) com forte preparação ao nível disciplinar têm maior probabilidade de serem mais flexíveis no seu ensino, mais sensíveis às necessidades dos alunos e de fornecerem explicações ao nível conceptual ao invés de serem puramente procedimentais. Também é de esperar que estes professores tenham mais confiança na sua capacidade de ensinar. No entanto, constata-se que os professores estagiários não têm um conhecimento disciplinar adequado quando começam a ensinar, o que, na opinião de

Anderson (1989, citado em Brown e Borko, 1992), implica, por exemplo, “ser capaz de pensar aprofundada e flexivelmente sobre as relações entre factos, conceitos e procedimentos que constituem a estrutura do conhecimento da disciplina e sobre as várias funções que o conteúdo a ser ensinado pode ter dentro e fora da sala de aula” (p. 220).

- Conhecimento didáctico. Foram confirmadas as expectativas das autoras de um conhecimento didáctico pouco desenvolvido nos professores principiantes, mas cujo crescimento beneficia com a prática e a preparação para a prática, como alguns estudos mostraram. No entanto, nem sempre esse crescimento é fácil, mesmo para professores com experiência; frequentemente os professores lutam por conseguir encontrar formas poderosas de representar os conteúdos sem, contudo, terem sucesso.

No que diz respeito aos processos cognitivos, as autoras usam também um conceito central para Shulman, o de raciocínio didáctico (*pedagogical reasoning*), ou seja, o processo de transformar o conteúdo a ensinar em representações pedagogicamente poderosas e adaptáveis aos diferentes alunos. Inclui, por exemplo, a identificação e selecção de estratégias para representar as ideias chave numa aula e a adaptação dessas estratégias às características dos alunos. Indicam, a este respeito:

- Raciocínio didáctico. Assim como o conhecimento didáctico, a capacidade de raciocinar didacticamente, está pouco desenvolvida numa fase inicial. A investigação mostra que um dos aspectos mais difíceis em aprender a ensinar é fazer a transição entre a orientação pessoal relativamente à disciplina e a organização e representação do conteúdo de forma a facilitar a compreensão dos alunos.

Apesar de ambas as revisões de literatura realizadas por Kagan e Brown e Borko conterem noções de *aprender a ensinar* semelhantes e terem sido publicadas no mesmo ano, é interessante notar que evidenciam resultados que, não sendo contraditórios, dizem respeito a aspectos muito diferentes do conhecimento. No trabalho de Kagan vemos, sobretudo, referências ao conhecimento dos alunos, de si e do processo instrucional. Na revisão feita por Brown e Borko, os resultados referem-se quase exclusivamente ao conhecimento do conteúdo e ao conhecimento didáctico. Uma possível leitura para estes contrastes é a diferente valorização das componentes do

conhecimento do professor que, não sendo explícita, pode ser observada na afirmação de Kagan, segundo a qual o conhecimento didático, como Shulman o descreve, “pode ser visto como um produto directo do crescente conhecimento que os professores principiantes têm dos alunos” (p. 158).

A grande importância que o conhecimento disciplinar assume na prática do professor é, de maneira geral, reconhecida por todos. Esta componente é, aliás, aquela que tem maior visibilidade na formação do professor, começando frequentemente com as primeiras aprendizagens na escola, como é o caso da Matemática. Mas que tipo de conhecimento das matérias que leccionam possuem os jovens professores? Como e quando o adquiriram?

Segundo Ball e McDiarmid (1990), a compreensão dos professores relativamente ao conteúdo é moldada através de experiências que ocorrem dentro e fora da escola, sendo que uma parte importante da aprendizagem desse conteúdo ocorre antes do curso superior. Os investigadores lembram que o futuro professor passou muitos anos a estudar o conteúdo que irá ensinar, muitos mais até que no seu curso de formação inicial. Mais do que isso, os conteúdos que na altura aprendeu estão muito mais próximos daqueles que irá ensinar do que as matérias que são leccionadas na universidade, o que é especialmente verdade no caso da Matemática. Estes dois aspectos fazem com que “a sua compreensão dessas ideias seja produto da sua própria experiência matemática do ensino secundário, uma experiência que provavelmente se focou numa abordagem algorítmica da Matemática e, improvavelmente, contribuiu para uma compreensão conceptual”, facto que é sustentado por estudos citados pelos autores. Contudo, Ball e McDiarmid afirmam que

“se a formação pré-universitária dos futuros professores tem, ou não, mais influência na sua compreensão do conteúdo do que os estudos superiores subsequentes, é uma questão empírica em aberto. Alguns exemplos sugerem que o período formal da formação inicial do professor tem uma influência relativamente fraca naquilo que os professores sabem e acreditam” (p. 443).

Na verdade, os autores afirmam que é escassa a investigação sobre o conhecimento que os alunos universitários, incluindo futuros professores, têm da sua área de estudos e os resultados disponíveis traçam um quadro muito desfavorável. Contudo, esta perspectiva não é dada pelo aproveitamento que os alunos têm no curso

pois, pelo contrário, os exemplos mostram que estes podem ter um desempenho considerado positivo sem terem uma compreensão conceptual do conteúdo.

Mas que tipo de conhecimento desenvolvem os alunos quando estudam determinado assunto, num contexto escolar? Para respondermos a esta questão, é necessário conhecer muito mais do que o programa da disciplina, por mais pormenorizado que ele seja. De facto, de acordo com os autores anteriores, a investigação sobre a aprendizagem dos alunos mostra que estes constróem também ideias sobre a natureza da disciplina, sobre como ela deve ser ensinada e aprendida, assim como criam disposições relativamente a ela. Ball e McDiarmid consideram três dimensões relativas à aprendizagem dos conteúdos disciplinares: *conhecimento substantivo da disciplina*, *conhecimento sobre a disciplina* e *disposições relativamente à disciplina*. O conhecimento substantivo diz respeito a informações específicas, ideias, tópicos, etc. No caso da Matemática, inclui conceitos, definições, convenções, procedimentos. O conhecimento sobre a disciplina inclui, por exemplo, conhecer a importância relativa de algumas ideias, as maiores controvérsias no campo, a forma como se justifica e valida uma determinada afirmação, etc. Mesmo não sendo explicitamente trabalhadas nas aulas, as questões epistemológicas estão sempre subjacentes à forma como o professor organiza o currículo, à sua interacção com os alunos, à natureza do discurso e das actividades da sala de aula. Esta dimensão do conhecimento é bastante importante, influenciando até o conhecimento substantivo dos alunos. Finalmente, as disposições relativamente à disciplina dizem respeito à preferência ou aversão que os alunos desenvolvem por certos tópicos, as concepções que constróem sobre o seu desempenho em determinados assuntos ou actividades, etc.

Llinares (1993) sugere que o professor deve conhecer e utilizar de forma flexível diferentes representações dos conceitos, compreender o significado de regras e procedimentos, realizar conexões entre os diferentes domínios do conteúdo matemático do currículo, assim como entre estes e outras matérias. Porém, também o autor recorda que, na maioria dos casos, a cultura matemática em que os futuros professores estiveram inseridos enquanto alunos decorre de um ensino em torno de definições descontextualizadas e procedimentos algorítmicos, e de actividades baseadas no ver, ouvir e repetir. Além do mais, os conhecimentos e crenças que os futuros professores trazem para os programas de formação são, geralmente, tácitos e resistentes à mudança.

Não é, por isso, de admirar que os resultados de alguns estudos realizados ou indicados pelo autor, apontem para uma fraca compreensão dos conceitos matemáticos, para uma perspectiva sobre as noções e procedimentos que está muito associada ao cálculo e à memorização de regras, e uma visão da matemática escolar organizada em compartimentos estanques.

Para Llinares, a formação matemática do professor deveria ser paralela à forma como os matemáticos produzem conhecimento, no sentido do tipo de actividade que estes desenvolvem. Ou seja, também no caso da formação dos professores se aplica a ideia de que aprender matemática é fazer matemática, estabelecendo assim uma semelhança entre os contextos de aprendizagem para professores e alunos. Essa formação deve permitir a construção de um conhecimento: (a) da Matemática e sobre a Matemática; (b) da actividade matemática e sobre a actividade matemática; e (c) do currículo matemático.

Mas se o processo de aprender a ensinar se inicia antes do curso de formação inicial, inclusivamente no que diz respeito aos conteúdos, é também preciso atender a que ele se prolonga pela carreira e que tal aprendizagem acompanha esse trajecto profissional. No entanto, mais uma vez, Ball e McDiarmid (1990) constataam a inexistência de investigação que nos permita compreender como o professor modifica a compreensão da sua disciplina o assunto à medida que a ensina.

Perspectivas sobre a aprendizagem e a cognição na formação inicial

Aprender a ensinar prende-se, em primeira análise, com questões sobre a aprendizagem e o conhecimento e, sendo assim, faz sentido que se estudem as mais recentes perspectivas sobre a cognição, por forma a tirar implicações sobre a formação dos professores. Putnam e Borko (1997), abordam esta relação a partir de quatro teorias que perspectivam: (a) o conhecimento e as crenças como uma construção, (b) a natureza social, (c) situada e (d) distribuída da cognição.

A visão construtivista da aprendizagem encara o aluno como alguém que constrói activamente o seu saber, ao interpretar as experiências à luz dos seus conhecimentos e de crenças que já possui. O professor, assim como o aluno, é também um construtor activo do seu conhecimento e, portanto, para a sua aprendizagem e para o seu desenvolvimento profissional são determinantes os seus conhecimentos e crenças

prévias. Consequentemente, não se pode conceber uma formação prescritiva, em que se apresentam novas metodologias que os professores “recebem” e implementam. Ao contrário, os professores devem ser apoiados na construção do seu conhecimento e na mudança das suas crenças, à medida que aprendem novas abordagens. No caso dos programas de formação inicial, isto significa que é necessário atender seriamente aos conhecimentos, crenças e expectativas que os futuros professores trazem para a sua formação e que foram adquiridos durante as suas experiências enquanto alunos na escola. Segundo Putnam e Borko, estas perspectivas sobre os alunos e a aprendizagem permanecem frequentemente implícitas e servem de filtro através do qual os futuros professores interpretam e aprendem as novas metodologias, pelo que se tornam muito resistentes à mudança.

Perspectivar a cognição como tendo uma natureza social implica encarar o conhecimento como um produto da interacção social e a aprendizagem como um processo social. Desta forma, os alunos aprendem novas formas de raciocinar, comunicar, pensar e adquirem disposições através da sua participação em pequenas *comunidades de discurso* — comunidades em que os elementos partilham um conjunto de interesses e uma forma de comunicar. Ou seja, segundo esta perspectiva, a sala de aula deve constituir-se como uma pequena comunidade de matemáticos, de historiadores, etc. Analogamente, os professores deveriam constituir novas comunidades de discurso, nas quais pudessem participar à medida que procuram mudar a sua prática lectiva. Na verdade, Putnam e Borko chamam a atenção para a influência destas comunidades ao explicar que a grande resistência à mudança nas práticas lectivas se tem devido ao facto de as escolas se constituírem como poderosas comunidades de discurso que inserem na sua cultura tradicional os seus vários elementos (alunos, professores, administradores). A perspectiva que encara o conhecimento como uma construção social reclama que aprender a ensinar corresponde, em grande medida, a aprender a pensar, falar e agir como um professor, ou seja, a uma aculturação numa comunidade de ensino, visão que é suportada pela investigação sobre a socialização do professor. Consequentemente, poder-se-ia argumentar que a formação dos futuros professores deveria ser feita dentro de comunidades de professores, desde que essas comunidades favorecessem a reflexão sobre as práticas de ensino, o que frequentemente não acontece. Sendo assim, Putnam e Borko apresentam como alternativas a criação de

comunidades de discurso de futuros professores em conjunto com formadores e professores tutores cuidadosamente escolhidos, cujo papel seria promover a reflexão e o questionamento no seio das comunidades. Esta ideia pode ser concretizada nas chamadas “escolas de desenvolvimento profissional” nas quais podem trabalhar em conjunto futuros professores, professores em serviço e professores universitários.

As teorias sobre a cognição situada assumem que o conhecimento é inseparável do contexto físico e social e das actividades nas quais se desenvolveu, ou seja, a forma como se aprende um conjunto de conhecimentos ou capacidades, assim como a situação na qual a pessoa aprendeu, tornam-se partes fundamentais do que é aprendido. A cognição situada implica mudanças na sala de aula, nomeadamente, que os alunos devem envolver-se em contextos e actividades significativas — *actividades autênticas*. O conhecimento dos professores é, em particular, considerado por diversos autores como tendo uma natureza situada. Ou seja, “o conhecimento é estruturado em torno de acontecimentos da sala de aula e integralmente ligado às situações nas quais se desenvolveu”. No entanto, Putnam e Borko afirmam que “parece razoável assumir que este conhecimento situado coexiste com princípios, teorias e resultados de investigação que são livres de contexto [...] e que os professores recorrem a ambos os tipos de conhecimento ao definirem e resolverem os problemas práticos” (p. 1256). Os autores discutem as implicações desta perspectiva na formação inicial e contínua dos professores. Relativamente à formação inicial, distinguem duas fases — o estágio (*student teaching*), e a formação que o antecede —, pois elas desenvolvem-se em ambientes distintos. De novo, aparece a ideia de actividade autêntica como um aspecto fundamental para a aprendizagem. O desafio que se coloca, neste caso, é o de criar experiências nos cursos universitários que permitam aos futuros professores lidarem com problemas significativos da prática lectiva.

- No caso dos cursos que antecedem o estágio, os autores apresentam uma estratégia principal: a utilização de casos no formato escrito ou em vídeo, ou melhor ainda, a exploração de um conjunto de materiais que documentem de forma mais completa o ensino e a aprendizagem na sala de aula (por exemplo, incluindo vídeos de aulas, diários dos professores contendo as suas reflexões, planificações, etc.). Apesar de não constituir uma verdadeira experiência de sala de aula, esta estratégia permite aos futuros professores a exploração de

problemas pedagógicos reais, a qual promove uma aprendizagem de conhecimentos gerais de pedagogia, assim como conhecimentos de didáctica. No entanto, outras consequências se podem extrair relativamente ao conhecimento disciplinar. Segundo Putnam e Borko, a investigação sugere que, no caso da Matemática, uma formação em torno da resolução de problemas e que favoreça a discussão sobre a Matemática, pode levar a uma mudança nas perspectivas dos futuros professores relativamente ao que significa saber Matemática, à forma como se aprende Matemática, assim como a um aumento do seu conhecimento substantivo.

- No caso da fase do estágio, o contexto em que esta formação se desenvolve permite que os professores estagiários explorem as suas metodologias e recebam *feedback* sobre os resultados. Nesta situação, o estagiário pode ser visto como um aprendiz do professor cooperante com quem trabalha. Porém, Putnam e Borko, colocam algumas reticências nesta estratégia e apresentam duas razões para tal: em primeiro lugar, não existe um entendimento consistente sobre a influência que o estágio tem no conhecimento, nas crenças e práticas dos professores e, em segundo lugar, não é certo que existam contextos disponíveis (turmas e professores cooperantes) que favoreçam uma aprendizagem de acordo as recentes perspectivas sobre o ensino. Os autores propõem então que os estagiários trabalhem em turmas nas quais possam experimentar as suas metodologias, mesmo que estas não coincidam com as do professor da turma, e simultaneamente, desenvolver seminários conduzidos por professores universitários, nos quais os estagiários possam analisar criticamente as suas práticas.

A noção de cognição distribuída significa que o conhecimento não se encontra apenas situado na mente dos indivíduos, mas que se encontra distribuído entre as pessoas e ambientes físicos e simbólicos. A realização de uma tarefa complexa por uma equipa de pessoas, em que cada uma executa uma parte mas em que nenhuma é capaz de a desenvolver por inteiro, é um exemplo que evidencia o carácter distribuído do conhecimento. Uma das consequências desta perspectiva no ensino é que, assumindo que a escola deve preparar os alunos para participar activamente na sociedade, adquirindo competências em áreas diferentes, então nela deveria ser dada maior ênfase a

actividades cognitivas que sejam socialmente distribuídas. Ou seja, põe-se em causa o ensino igual para todos, em que se valoriza, quase exclusivamente, o desempenho individual, e é levantada a questão sobre as competências básicas. Do ponto de vista do professor, Putnam e Borko indicam que a perspectiva da cognição distribuída não foi ainda investigada, tanto no que diz respeito ao papel que o professor deve assumir em aulas coerentes com esta teoria, como às implicações para a formação inicial ou contínua. Contudo, estes autores reflectem sobre tais implicações:

“Se esperamos que os professores incentivem os alunos a trocar informações e a pensar em conjunto, então deveríamos ver diferentes professores a tornarem-se peritos em diferentes áreas e a recorrerem ao conhecimento e às capacidades uns dos outros, sempre que possível. No entanto, isto levanta a questão, a professores e a formadores, sobre quais são os conhecimentos, capacidades e disposições essenciais que todos os professores devem aprender” (p. 1287).

Perspectivas sobre os processos da formação inicial

Llinares (1993) analisa também o processo de aprender a ensinar, focando-se nos futuros professores de Matemática. Para este autor, falar da aprendizagem dos professores implica discutir, por um lado, os conhecimentos e destrezas que estes devem possuir para ensinar Matemática — que devem estar vinculados à forma como se concebe a Matemática escolar — e, por outro, o modo como os futuros professores adquirem tais conhecimentos e destrezas. De acordo com a sua perspectiva, aprender a ensinar é um processo de aprendizagem situada no qual três aspectos importantes devem ser assinalados: (a) a aprendizagem ocorre através de processos activos, num contexto e com uma actividade; (b) essa actividade é dotada de um significado que toma como referência o conhecimento e crenças prévias que os futuros professores possuem; e (c) os conceitos que os futuros professores adquirem são susceptíveis de modificação como consequência da sua utilização no desempenho de actividades contextualizadas.

Assim, tal como Kagan (1992), o autor reforça a importância que assumem os conhecimentos e crenças na aprendizagem dos futuros professores. Estes referentes são gerados durante os anos em que o futuro professor esteve na escola, no papel de aluno, e dizem respeito a aspectos como os conteúdos da Matemática escolar, a natureza da actividade matemática e o tipo de tarefas que caracterizam essa actividade, a

organização e gestão da trabalho na aula, etc. Para Llinares, “o conhecimento/crenças que os futuros professores possuem em relação aos aspectos assinalados anteriormente, relativos à aula de Matemática e às actividades que ali se desenvolvem, são função da cultura matemática escolar dominante e das actividades que tenham realizado” (p. 381).

De acordo com o autor, os programas de formação devem ter em conta quatro características do processo de aprender a ensinar:

- *promover a capacidade reflexiva*. A prática de analisar o seu trabalho utilizando como referentes as concepções e o conhecimento conceptual é uma condição necessária para gerar diferentes aspectos do conhecimento do professor.
- *o papel desempenhado pela interacção social*. O processo de aprender a ensinar deve-se desenrolar em torno de “comunidades de aprendizes”, permitindo tornar explícito o que frequentemente é implícito no desenvolvimento das tarefas e ajudar a analisar e comparar significados.
- *a noção de “conhecimento útil”*. As actividades do programa devem identificar e integrar as expectativas dos futuros professores, de modo a que o processo de aprender a ensinar seja, na medida do possível, uma aprendizagem desejada.
- *a noção de actividade articulando o processo*. A actividade deve ser central ao processo de aprendizagem e uma forma de compreender o próprio contexto no qual se ele se gera.

Christiansen e Walther (1986) estabelecem uma analogia entre a formação matemática que sugerem para os alunos e a formação matemática e didáctica que sugerem para os futuros professores de Matemática — a actividade deve ser o eixo condutor de ambas. Esta proposta não implica a desvalorização do conhecimento teórico. Pelo contrário, para aqueles autores este tipo de conhecimento é bastante importante, pois ele pode servir para orientar a prática, cabendo ao professor estimar e ultrapassar as diferenças entre a situação real e o modelo teórico. No entanto, a forma como o conhecimento teórico é adquirido, é determinante para a importância que o professor lhe atribui na sua vida profissional. Assim, estes autores propõem que “o estudo da Matemática e da Didáctica da Matemática — como disciplinas científicas — deveria basear-se na actividade do professor estagiário (*student teacher*) em torno de tarefas desenvolvidas em contextos relacionais suficientemente ricos” (p. 288). Essas

actividades têm como objecto “os alunos em actividade em torno de tarefas matemáticas, no contexto escolar” e constituem um elemento essencial para a aprendizagem pois, de acordo com estes investigadores, “a formação do professor baseada na actividade como o seu principal conceito organizador, promoverá a mudança nas concepções e perspectivas que, a longo prazo, podem assegurar um uso apropriado da tarefa e da actividade no ensino escolar” (p. 289).

Do ponto de vista prático, Christiansen e Walther propõem um modelo de formação (para professores estagiários ou em serviço) composto por três fases: a *fase preparatória*, em que os professores trabalham em grupo, apoiados por um formador, na preparação das tarefas que levarão para a sala de aula; a *fase na sala de aula*, em que os professores implementam o trabalho que prepararam anteriormente e em que procuram recolher dados sobre a execução; a *fase de reflexão retrospectiva*, na qual os professores apresentam os resultados da fase anterior, sobre os quais reflectem em conjunto.

A investigação como estratégia para a formação inicial

Crawford e Adler (1996) discutem a forma como a perspectiva neo-Vygotskiana da aprendizagem se pode traduzir na formação dos professores. Para estas autoras, e segundo esta perspectiva, o conhecimento tem uma natureza social — forma-se e transforma-se num contexto social. Assim, a aprendizagem pode tomar lugar a partir de actividades de natureza distinta, mas a qualidade do conhecimento gerado será também diferente. Como afirmam, “o conhecimento constitui-se na relação entre o conhecedor e o assunto e é mediado através da acção em contexto social” (p. 1189).

Crawford e Adler propõem um modelo de formação inicial semelhante ao de Christiansen e Walther, no qual dão ênfase à natureza investigativa que o processo deve assumir. Para estas autoras, a experiência possuída pela maioria dos futuros professores de Matemática está associada a um ensino tradicional, baseado num modelo de transmissão. Mesmo durante a sua formação inicial, quando tomam contacto com teorias sobre educação, incluindo as mais recentes sobre aprendizagem, estas são frequentemente ensinadas e avaliadas de forma tradicional. Consequentemente, os professores não têm experiências que lhes indiquem possíveis formas de acção para criar um ambiente de aprendizagem propício à resolução de problemas ou à pesquisa, não sendo então de admirar que continuem a ensinar como foram ensinados.

É, portanto, necessário encontrar outras metodologias, outras actividades que desenvolvam um conhecimento qualitativamente diferente, que promovam mudança. Para Crawford e Adler, “a investigação sistemática e a reflexão levada a cabo com o objectivo de resolver um dilema ou responder a uma questão pessoalmente significativa — a actividade de investigação — resulta num conhecimento de um tipo diferente. O conhecimento produzido pela investigação é necessariamente pessoal” (p. 1189), contribuindo para a formação de capacidades de resolução de problemas e de produção de mudança. A investigação em causa assume contornos diferentes daquela que é realizada pelos investigadores profissionais, sendo por isso comum usar o termo “investigação-acção”. Este traduz “a investigação e os processos de pesquisa, conduzidos com o objectivo de mudar a prática profissional e as instituições sociais, através da participação activa e transformadora daqueles que trabalham num contexto particular, num processo de investigação” (p. 1194).

As autoras sugerem que a investigação-acção pode ser realizada quer na formação contínua, quer na formação inicial. No caso desta, apresentam o modelo desenvolvido na Universidade de Sydney onde, durante o seu último ano de formação, os alunos (professores estagiários) trabalham num programa que os apoia na criação, implementação, adaptação e avaliação de um projecto de trabalho em torno de um tópico matemático. Neste programa participam as crianças das escolas básicas locais (*primary schools*) que se envolvem em investigações, em processos de pesquisa e reflexão, gerando assim o seu conhecimento matemático.

Para as autoras, trabalhando desta forma os professores estagiários assumem um papel activo na sua aprendizagem: “Trabalhando em pequenos grupos, eles assumem a responsabilidade de tomar decisões, experimentar novas ideias, explicar as suas estratégias e escolhas em termos educativos, rever e reflectir sobre a sua prática e avaliar as suas soluções” (p. 1199). Inicialmente, eles sentem dificuldades pois são confrontados com a tensão entre as teorias recentes de que ouviram falar (e em que a maioria acredita) e o modelo de transmissão que advém da sua experiência. Por isso, muitos sentem a necessidade de explicar a Matemática às crianças antes de lhes proporem problemas, têm a tendência para se focar mais nos seus comportamentos e necessidades e menos nos processos de aprendizagem dos alunos e têm bastante

interiorizadas as relações de poder habituais na sala de aula. Para além disso, por estarem habituados a trabalhar isoladamente, acham o trabalho colaborativo difícil.

A experiência da implementação deste programa tem demonstrado resultados positivos relativamente a aspectos como: a promoção da capacidade de tomar decisões, de desenvolver um novo contexto de aprendizagem e avaliar a sua eficácia; o desenvolvimento de uma visão do conhecimento matemático que inclui a formulação de problemas, a modelação, a investigação; a capacidade de partilhar autoridade e poder, assim como responsabilidade. A investigação-acção mostrou-se também eficaz para evidenciar as implicações práticas da teoria educacional e promover a confiança nos professores estagiários.

Moreira e Alarcão (1997) estudaram também a eficácia de um projecto de formação inicial baseado numa estratégia de investigação-acção. O projecto envolveu um núcleo de estágio de Inglês de uma universidade portuguesa (com três estagiárias), a supervisora da escola e a supervisora da universidade que é também uma das autoras do estudo. A metodologia de formação assentou em 4 ciclos que incluíram 4 fases: encontros pré-observação/planificação, observação de aulas, análise da actuação e estratégias utilizadas, encontros pós-observação/reflexão. Destas, apenas a terceira fase foi realizada individualmente, quer pela estagiária quer pela investigadora.

As autoras pretendiam assim estudar “se o envolvimento das estagiárias em projectos de investigação-acção desenvolvia uma abordagem reflexiva, estratégias de resolução de problemas e uma atitude investigativa” (p. 133). Os resultados obtidos apontam para a existência de diversidade nos aspectos que mereceram reflexão das estagiárias e que incluem, entre outros: vertentes do ensino-aprendizagem da Língua Estrangeira, práticas individuais de ensino (com finalidade de implementar mudanças na própria acção) e os próprios processos de reflexão. Assim, apesar de não manifestarem segurança relativamente à dimensão do impacto para a formação das estagiárias, as autoras crêem que “o envolvimento das estagiárias na investigação da sua prática profissional constituiu um meio para alcançar os fins da formação: formar professoras reflexivas, não investigadoras, na acepção mais clássica do termo” (p. 134). Para além disso, afirmam ter encontrado indícios em todas as estagiárias de um posicionamento investigativo face à prática e de uma crescente autonomização, bem como evidências de evolução nas estratégias de resolução de problemas.

Por seu turno, as estagiárias fizeram uma avaliação muito positiva da experiência de formação, como se ilustra no seguinte testemunho:

“... o projecto levou-me a que, antes de pôr em prática cada actividade, reflectisse sobre o facto de ela se ajustar às necessidades e interesses dos alunos. (...) face aos problemas ocorridos, estes foram resolvidos de uma forma mais reflexiva, procurando sempre estratégias para a sua resolução. (...) tornei[-me] de facto mais autónoma, mais pronta para encarar os problemas, para analisá-los e resolvê-los da forma mais eficaz possível.” (p. 130)

Também Ponte (1998) defende a integração da investigação na formação de professores. De facto, e como constata Crawford e Adler (1996), nesta formação persiste ainda um modelo tradicional, baseado na transmissão de informação, mesmo quando os conteúdos dessa formação dizem respeito teorias que contradizem o método usado. Como refere Ponte, esta realidade é consequência de um problema de articulação entre o conhecimento teórico, fornecido pela didáctica, com o desenvolvimento profissional do professor, particularmente em momentos de formação inicial ou contínua. Mais especificamente, o problema reside na aparente oposição entre uma formação que privilegie a actividade do professor como motor da sua aprendizagem, e uma formação que valorize o contributo que a didáctica, como domínio científico, pode fornecer. À semelhança do proposto pelas autoras anteriores, Ponte propõe uma forma de lidar com este problema, baseada na ideia de incluir uma parte prática nos programas de formação inicial e contínua, numa lógica de trabalho investigativo:

“De uma maneira geral, a investigação é um trabalho feito de modo sistematizado e rigoroso, com o objectivo de resolver um dilema ou responder a uma questão pessoalmente significativa. Os investigadores profissionais procuram produzir conhecimentos gerais, organizados e transmissíveis no âmbito de uma dada disciplina científica ou área do saber. No entanto, não é nesta perspectiva que os professores têm interesse em se envolver em trabalho investigativo. O seu principal objectivo é resolver problemas de natureza local, modificar aspectos concretos da sua situação de trabalho, da sua prática, ou dos seus resultados” (p. 69).

Para o autor, há diversas razões que justificam a integração da investigação na formação de professores: (a) favorece a construção de um conhecimento relevante do ponto de vista da prática profissional; (b) promove a compreensão do professor relativamente à sua própria aprendizagem através da investigação, o que possibilita a compreensão do mesmo processo nos alunos; (c) desenvolve competências e valores

decisivos como o espírito crítico e autonomia dos professores face ao discurso das ciências humanas; e (d) constitui-se como um paradigma transponível para o quadro de uma prática reflectida.

Assim, Ponte sugere que, da mesma forma que actualmente se valoriza a realização de actividades de investigação matemática como estratégia para aprender Matemática, também a investigação sobre a prática profissional pode constituir uma importante veículo de promoção do conhecimento e, mais genericamente, de desenvolvimento profissional (Ponte, 2000). Em ambos os casos, a actividade investigativa desenvolve-se com contornos diferentes daquela que é realizada pelos profissionais, porém, a sua natureza deverá permanecer igual. O autor sugere ainda que existe um paralelo entre o processo de investigação (seja ele em Matemática ou em Educação Matemática) e o processo de resolução de problemas proposto por Pólya (1945):

Fases	Resolução de um problema de acordo com Polya	Investigação e Investigação-acção
1	Compreender o problema	Caracterizar a situação-problema
2	Construção de um plano	Construção de um plano
3	Implementar o plano	Implementar o plano
4	Olhar para trás	Reflectir sobre o trabalho realizado e identificar novas questões para investigação

Quadro 3 — A resolução de problemas e a investigação, Ponte (2000)

Num outro trabalho, Ponte e Brunheira (2000) discutem algumas vantagens da utilização de uma abordagem investigativa, a partir do exemplo da disciplina de Acções Pedagógicas de Observação e Análise (APOA), a qual integra o plano de estudos de uma licenciatura em Ensino de Matemática. Esta disciplina, frequentada pelos futuros professores no ano anterior ao estágio pedagógico, tem características únicas já que, ao contrário das outras disciplinas do curso, baseia-se sobretudo em experiências de observação e de reflexão sobre a observação, realizadas em conjunto por formandos e docentes. Os futuros professores identificam aspectos específicos que desejam observar e questionar, recolhem dados relativos às questões formuladas, apresentam conjecturas e

conclusões — um ciclo que, na perspectiva dos autores, constitui uma iniciação à investigação sobre a prática.

O trabalho desenvolvido ao longo de um ano com uma turma sugere que a utilização de uma abordagem investigativa favorece a formação da nova identidade profissional. De facto, existem evidências de que os futuros professores experimentam, por um lado, uma mudança de perspectiva e, por outro, a adopção de um discurso próprio da comunidade em que brevemente se irão inserir. Para estas mudanças contribuíram decisivamente as discussões realizadas durante as aulas, porém estas tiveram quase sempre como ponto de partida a observação de um determinado fenómeno. A disciplina de APOA ajuda os futuros professores

“a compreender a importância de observar a prática de uma forma crítica e disciplinada. É necessário questionar o que observamos, mas isso deve ser feito dentro de determinadas regras e tomando em atenção a existência de vários pontos de vista. A observação não acaba com a percepção dos problemas e das suas causas, mas deve ir mais longe, questionando uma forma de lidar com eles.” (p. 10)

Também D'Ambrosio (1997) fala da relevância da investigação para a aprendizagem dos professores. O termo utilizado – *inquiry* – pretende significar, neste contexto, a investigação que o professor leva a cabo quando problematiza algo relacionado com a sua prática e desenvolve esforços no sentido de encontrar resposta às questões entretanto levantadas. Na definição da autora:

“É a reflexão sistemática sobre a sua própria prática e os efeitos desta reflexão na aprendizagem dos alunos — é a prática de prestar uma atenção cuidada ao que se passa na sua sala de aula.” (p. 288)

“Os professores inquiridores são aqueles que, sistematicamente, observam, questionam e aprendem mais acerca das suas práticas e dos seus alunos” (p. 289)

Também esta investigadora propõe uma analogia com a actividade de formulação/resolução de problemas:

“os professores inquiridores não são simplesmente resolvedores de problemas, pois envolvem-se também na formulação de problemas, na problematização do seu ensino, colocando a si próprios questões do tipo e se, reflectindo nas consequências da mudança de práticas e planificando e implementando essas mudanças nas suas salas de aula.” (p. 289)

A importância desta actividade na aprendizagem do professor é ilustrada com exemplos de situações que ocorreram a professores que se envolveram em investigações. O caso de Susan, uma professora do 4º ano de escolaridade, no segundo ano da sua carreira profissional, ilustra como, através da actividade de investigação, os professores podem aprender mais sobre si próprios enquanto professores. Os seus primeiros diários, onde fala sobre o seu estilo de aprendizagem, testemunham que esta professora se mostrava muito confiante relativamente às suas metodologias, as quais davam primazia à prática das quatro operações básicas e à resolução dirigida de problemas, em que o objectivo principal era chegar à solução. Através da análise do trabalho dos seus alunos, da observação dos grupos e da condução das entrevistas, Susan percebeu que as estratégias que os seus alunos usavam para resolver problemas (e que tinham sido sugeridas por si) de nada serviam para a resolução dos problemas que surgem no quotidiano. A professora foi-se tornando progressivamente mais crítica relativamente à sua prática, o que a levou a compreender a necessidade de introduzir mudanças quer nas suas metodologias, quer nas suas atitudes face à resolução de problemas.

Abordando ainda o problema colocado por Ponte (1998) relativo à aquisição do conhecimento que a Didáctica nos fornece, D'Ambrosio refere ainda que as mudanças registadas em Susan não se podem atribuir simplesmente ao estudo de literatura sobre novas metodologias, mas sim à experiência na qual se envolveu:

“Susan, uma professora recentemente licenciada, tinha de facto lido vários artigos sobre as estratégias das crianças na resolução de problemas. Contudo, as leituras não foram suficientemente significativas na altura do seu estudo para se tornarem parte da sua maneira de pensar sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática. Elas não foram lidas à luz da situação problematizada. Elas não foram lidas com o objectivo de procurar significado ou compreensão sobre uma questão que ela tinha ou sobre um problema que estivesse a enfrentar. Mas, por outro lado, quando Susan se viu confrontada com a compreensão sobre o pensamento dos seus alunos, essas mesmas leituras desempenharam um papel diferente.” (p. 295)

Ruthven (2000) sublinha também a importância que a realização de projectos de investigação assume no desenvolvimento profissional dos professores. Aliás, este autor critica fortemente a recente reforma inglesa relativa à formação inicial, ao enumerar mais de 100 critérios que os novos professores devem cumprir, e onde apenas um dos últimos se refere à investigação. Porém, na sua perspectiva, mais grave é que a norma

enunciada posiciona o professor como um mero consumidor dos novos resultados da investigação, ao invés de o envolver activamente neste processo.

Apesar destas orientações, o autor apresenta o caso da sua universidade, onde os alunos realizam pequenos projectos de investigação durante o período em que observam ou leccionam aulas numa escola com a qual a instituição formadora tem uma parceria. Este trabalho é acompanhado pelo professor da escola e por um professor da universidade, onde se realizam sessões para apoiar e discutir o trabalho dos formandos. Estes devem apresentar, por cada projecto, um relatório escrito.

Ruthven apresenta como exemplo um projecto sobre o trabalho investigativo na aula de Matemática. Os formandos deveriam relatar pelo menos três episódios ocorridos em aulas com investigações que eles tivessem observado ou leccionado e realizar uma análise crítica do contributo que o trabalho investigativo fornece à aprendizagem dos alunos, à luz das evidências de que dispusessem. Os testemunhos apresentados demonstram como a metodologia utilizada parece estimular a atenção dos formandos para aspectos importantes e promover a reflexão. Veja-se o caso de uma reflexão apresentada por J:

“Todos os alunos acabaram a tarefa com sucesso... Curiosamente, o grupo que originalmente teve mais dificuldade em agarrar a tarefa já tinha reparado que é possível fazer uma pavimentação usando dois octógonos e um quadrado. [...] Eu fiquei contente por um grupo ter começado a procurar pavimentações irregulares antes de eu lhes ter pedido isso, um exemplo perfeito de alguém que faz uma extensão ao problema original.” (p. 165)

Mas nem só os sucessos podem ilustrar as potencialidades de uma abordagem investigativa. O caso da reflexão de K, uma formanda que viveu uma situação mais difícil, evidencia também essas potencialidades:

“Devido ao nível baixo das capacidades daquele grupo, eu sinto que teria sido mais benéfico se:

- Despendesse mais tempo na investigação dos quadrados inclinados como muito mais discussão e esperançosamente menos orientação; ou
- Fizesse um compromisso. Será que vale a pena investigar um assunto arriscando confundir os alunos... Será que uma abordagem baseada no manual escolar teria sido uma opção mais segura?” (p. 166)

Como refere o autor, este caso requer forçosamente a discussão com o professor da turma, mas seria igualmente um bom ponto de partida para uma reflexão conjunta numa das sessões que se realizam na Universidade.

Podemos assim afirmar que a investigação sobre a prática lectiva aparece como uma estratégia de desenvolvimento profissional que é cada vez mais defendida, em particular durante a formação inicial. Contudo, segundo Langford e Huntley (1999), também a investigação na área de especialidade dos futuros professores, parece favorecer a mudança das suas concepções sobre a disciplina que ensinarão e sobre o seu ensino e aprendizagem. De facto, esses são os resultados apontados por um estudo que realizaram envolvendo 17 futuros professores de Matemática e Ciências. Os participantes frequentavam um programa de formação do qual faz parte um estágio realizado fora da instituição formadora, em conjunto com cientistas (alguns deles matemáticos) que desempenhavam o papel de “mentores”. Durante cerca de 10 semanas, os futuros professores envolveram-se em verdadeiros trabalhos de investigação nas instituições que os acolheram, tendo assim a oportunidade de participar na actividade científica tal como ela é realmente realizada.

As autoras deste estudo, também formadoras no programa, procuraram estudar em que medida o estágio realizado alterou (a) as concepções dos futuros professores relativamente à natureza dos processos próprios da Matemática e das Ciências, e (b) as suas concepções relativamente ao ensino e aprendizagem da Matemática e das Ciências. Para isso recolheram dados a partir de registos electrónicos de discussões entre os participantes e de um inquérito realizado antes e depois do estágio.

Segundo Langford e Huntley, os participantes envolveram-se em desafios que servem para caracterizar o processo de investigar. Viveram altos e baixos, depararam-se com becos sem saída e perceberam que a investigação está muitas vezes envolta em *puzzles*, questões sem resposta e ambiguidades. Perceberam também que, mesmo os bons profissionais, lutam para colocar ordem naquilo que é frequentemente confuso. Este aspecto fê-los reconsiderar a postura e o papel do professor e dos alunos. Ao contrário do que antes do estágio haviam considerado, os professores não têm que saber a resposta a todas as questões e os alunos não têm que sair da sala sempre esclarecidos e satisfeitos. Ao invés, o professor deve estar disposto a aprender junto com os alunos, despertar-lhes a curiosidade e proporcionar-lhes experiências em que eles possam

aprender por si próprios. Para além de tudo, o estágio fê-los também compreender melhor o ambiente de trabalho vivido pelos investigadores, a dedicação que colocam na sua actividade e a importância do trabalho em equipa.

A investigação empírica tem mostrado resultados pouco satisfatórios relativamente ao conhecimento com que os alunos/futuros professores abandonam os programas de formação e abordam a aula de Matemática. Esse conhecimento exhibe várias fragilidades, nomeadamente, no que diz respeito à sua vertente didáctica, ao conhecimento dos alunos, de si próprio e do contexto, os quais não se esperariam muito desenvolvidos se assumirmos que a prática tem um papel importante a desempenhar na aprendizagem destes aspectos. Contudo, para além destes resultados, a investigação mostra também que os professores principiantes não possuem um conhecimento da sua disciplina suficientemente aprofundado, mesmo quando o modelo de formação integra uma forte componente de estudos nessa área. Mais do que isso, estes professores parecem bastante influenciados pelos conhecimentos e imagens (sobre a Matemática e o seu ensino) que adquiriram muito antes de iniciarem a sua formação para a profissão, os quais persistem, por vezes, apesar dessa formação.

Evidencia-se assim o difícil, mas importante, trabalho que cabe à formação inicial desenvolver. Vários autores têm proposto estratégias para o ensino e aprendizagem dos futuros professores, as quais estão mais ou menos em consonância com teorias de aprendizagem que subscrevem. Deste modo, são valorizados processos que levem à construção do conhecimento pelo futuro professor, envolvendo-o em actividades significativas como, por exemplo, projectos de investigação; incentiva-se o trabalho conjunto entre futuros professores e entre estes e professores experientes; sublinha-se a importância do contacto ou integração em contextos reais escolares, nomeadamente, a sala de aula. A investigação, em particular, aparece como uma ideia poderosa na formação, quer ao nível do conhecimento disciplinar, quer ao nível do conhecimento profissional. Como vimos, a analogia entre os processos de aprender Matemática e de aprender a ensinar Matemática que Simon (1994) propõe como um quadro conceptual para a formação de professores, é igualmente aceite e desenvolvida por outros autores. Contudo, Lerman (1997) alerta para o facto de, no último caso, estarmos a lidar com a

aprendizagem de adultos e que esse facto não deve ser ignorado, como frequentemente acontece:

“a literatura em investigação sobre a aprendizagem da Matemática e educação matemática pelos professores emprega, frequentemente, os termos *mudança do professor* ou *desenvolvimento do professor* em vez de aprendizagem. Eu argumento que isso se deve, em larga medida, a teoria vagas sobre a aprendizagem de adultos, dominados como nós estamos pela teorias da psicologia sobre a aprendizagem das crianças” (p. 200).

Para este autor, nem sempre a investigação tem tornado explícito o quadro teórico em que se desenvolve e, não só isso deve ser feito, como se devem conhecer os motivos para a escolha de tal quadro, bem como devem ser justificadas as metodologias e os resultados à luz desse quadro.

A formação inicial e as actividades de investigação

Nas últimas duas décadas temos vindo a assistir a uma crescente valorização por parte da comunidade educativa de tarefas matemáticas que estimulam o raciocínio dos alunos, desenvolvem a sua capacidade de comunicar ideias, proporcionam uma nova visão da Matemática e fomentam o seu gosto por esta ciência (APM, 1988; NCTM, 1991). A resolução de problemas constituiu a ideia-chave deste movimento e, actualmente, ela é um elemento fundamental dos programas oficiais de Matemática, quer para o ensino básico, quer para o secundário. Consequentemente, este tema passou também a ter alguma visibilidade nos programas de formação de professores e a investigação sobre a formação inicial encontrou novas questões de interesse. Concretamente, se pretendemos que os novos professores introduzam a resolução de problemas na sua prática de ensino, interessa saber (a) como se relacionam com esta actividade e que desempenhos manifestam? (b) como encaram a sua presença no currículo da disciplina de Matemática? e (c) como é que, efectivamente, implementam a resolução de problemas na prática lectiva?

Apesar de neste trabalho se atender, mais especificamente, à relação dos jovens professores com as actividades de investigação, a maioria dos estudos que a seguir se apresentam referem a relação destes com a resolução de problemas. Esta situação resulta de vários factores: em primeiro lugar, as definições de problema e investigação

variam significativamente de autor para autor, sendo que frequentemente se utilizam ambos os termos com o mesmo significado (Ponte, 2000); em segundo lugar, a própria classificação de problema (ou de investigação) está também, de certo modo, dependente do resolvidor (Palhares, 1997), pelo que seria impossível separar completamente os dois tipos de tarefas; em terceiro lugar, mesmo assumindo que a actividade de investigação envolve muito mais formulação de questões por parte do resolvidor e a utilização de processos como o teste e a demonstração de conjecturas, é possível afirmar que ambas envolvem processos matemáticos complexos e têm um carácter problemático (Ponte, 2000), ou seja têm uma natureza muito semelhante; por último, existem ainda poucos trabalhos que se refiram especificamente às actividades de investigação. Assim sendo, não parece razoável ignorar o conhecimento que já existe sobre a relação entre a formação inicial e a resolução de problemas.

Um dos primeiros trabalhos nesta área foi realizado por Cooney (1985), que estudou a visão que um professor principiante (Fred) detinha relativamente à resolução de problemas e a forma como essa visão influenciava e era influenciada pelas suas primeiras experiências de ensino como professor. A recolha de dados foi feita, sobretudo, a partir de entrevistas e iniciou-se, numa primeira fase, antes de Fred começar a leccionar. Numa segunda fase, procedeu-se também à observação de aulas para posterior objecto de análise através de entrevistas.

Assim, ainda durante a sua formação, Fred revelou-se bastante entusiasmado com a resolução de problemas. Na sua perspectiva, ela constitui a principal actividade da Matemática e por isso deve assumir muita importância no ensino-aprendizagem. Nas aulas de Matemática, o ensino da resolução de problemas poderá ocupar cerca de 20 a 30% do tempo e deve centrar-se no ensino de heurísticas. Quanto ao papel que lhe reconhece, Fred encara a resolução de problemas principalmente como um meio para motivar os alunos, um objectivo que considera ser a sua maior responsabilidade.

A observação de aulas e as entrevistas que posteriormente se seguiram vieram a revelar algumas inconsistências com as ideias anteriormente enunciadas. Assim, Cooney observou que, de certa forma, a visão da resolução de problemas como meio para motivar foi posta em prática já que Fred recorreu várias vezes a situações problemáticas interessantes como forma de introduzir algo. Contudo, a forma como algumas dessas situações foram depois exploradas não teve nada de problemático e o

ensino de heurísticas teve pouca ênfase, ao contrário do que tinha inicialmente indicado. Na verdade, o seu ensino seguiu em grande medida uma linha mais tradicional, aproximando-se bastante da abordagem sugerida pelo manual escolar. O próprio professor teve consciência desta aproximação e referiu os seus dilemas: o tempo para explorar verdadeiros problemas é escasso, a abordagem do manual é muito mais fácil, mas os problemas nele propostos não passam de exercícios disfarçados. Os dilemas de Fred foram agravados pelas reacções dos seus alunos. Numas turmas de alunos com melhor aproveitamento, os problemas foram vistos como uma forma de prender a atenção e até de introduzir divertimento nas aulas; noutras turmas, pelo contrário, a abordagem foi contra as expectativas dos alunos que não consideraram os problemas como trabalho para ser levado a sério, apenas uma perda de tempo. Estas reacções perturbaram as convicções de Fred relativamente ao potencial dos problemas para motivar os alunos, o que necessariamente afectou a importância que o professor lhes reconhece no currículo.

Olive Chapman tem também dedicado particular atenção à relação que os professores e os futuros professores estabelecem com a resolução de problemas, uma área que do seu ponto de vista tem sido pouco estudada (1997). O seu trabalho abrange professores que leccionam em diferentes níveis de ensino (básico e secundário), cujas formações ao nível da Matemática são bastante distintas e com experiências lectivas muito diversificadas. Numa das suas investigações (1997), analisou as perspectivas de três professoras, uma professora do ensino secundário com bastante experiência lectiva e duas do ensino básico, uma com bastante experiência e a outra recém formada, no primeiro ano de ensino. O seu objectivo era sobre como, no contexto de sala de aula, elas interpretam, organizam e conduzem o ensino da resolução de problemas. Seguindo uma metodologia interpretativa, Chapman recolheu dados a partir de entrevistas, documentos escritos e observação de aulas. Para a sua análise, recorreu à utilização de metáforas que, segundo a autora, constituem uma forma de tornar compreensível a forma como pensamos sobre as coisas, como damos sentido à realidade.

Neste estudo, Chapman observou que ambas as professoras experientes começaram por ensinar a resolver problemas propondo aos seus alunos o modelo do manual escolar (baseado nas quatro fases de Pólya). Contudo, as duas professoras vieram a considerar que dessa forma não promoviam uma compreensão adequada sobre

a resolução de problemas, pois frequentemente o processo degenerava num exercício sem sentido. Também em ambos os casos, foi a experiência vivida com os seus alunos que conduziu as professoras a mudarem as suas metodologias, criando uma nova forma de ensinar a resolver problemas com a qual se sentissem confortáveis. Por outro lado, Cindy, a professora do ensino básico sem experiência, teve um comportamento com características diferentes. Desde o início que ignorou o modelo proposto pelo manual, por este não ser consistente com a sua concepção de resolução de problemas. Praticamente sem experiência de ensino e com uma reduzida formação matemática, a jovem foi buscar à sua experiência pessoal a base para orientar o seu ensino — o sentido de comunidade, tão forte na sua vida privada, tornou-se a chave para dar sentido à sua prática. Assim, como refere Chapman,

“Para estas professoras, parece que é a mudança entre uma estrutura exteriormente prescrita para uma estrutura construída por si próprias que resulta na construção inconsciente de metáforas, as quais se tornam depois a base para dar sentido e justificar os seus comportamentos no ensino da resolução de problemas.” (p. 223)

Num outro trabalho, Chapman (1998) apresenta os resultados de um estudo com futuros professores do ensino básico, cujo objectivo era conhecer o efeito da utilização de metáforas como uma ferramenta para facilitar a reflexão e tornar perceptível a natureza da resolução de problemas. As participantes (um grupo de 7 e outro de 8 formandas) eram todas finalistas e frequentavam uma disciplina de metodologia da Matemática leccionada pela investigadora. Na primeira metade do período lectivo, as alunas resolveram vários problemas e desenvolveram um conjunto de reflexões relativamente às suas experiências, à forma como elas próprias perspectivavam o ensino da resolução de problemas e à maneira como esta actividade aparecia retratada na literatura. Contudo, enquanto que um dos grupos escreveu livremente as suas reflexões, ao outro foi pedido expressamente que pensassem numa metáfora que reflectisse a experiência que tiveram quando resolveram problemas.

Assim, e no primeiro grupo, a resolução de problemas foi descrita como um processo sequencial, cujo sucesso depende de uma escolha clara e lógica entre estratégias alternativas. O ensino da resolução de problemas foi percebido como uma forma de guiar os alunos fazendo-os percorrer os passos ao longo desse processo. Em ambas as caracterizações, os aspectos afectivos foram ignorados. Ao contrário, o

segundo grupo, apresentou uma perspectiva mais humanista e holística que foi transmitida através das metáforas escolhidas. A partir delas, as alunas expressavam as suas experiências pessoais e os seus sentimentos relativamente à resolução de problemas. Também através das metáforas, a forma como o ensino da resolução de problemas foi perspectivado teve em conta aspectos afectivos como, promover a autoconfiança dos alunos, proporcionar apoio, orientar deixando-os experimentar... Deste modo, Chapman considera que existem razões para crer que a utilização de metáforas favorece a compreensão da natureza da resolução de problemas e a consciencialização dos aspectos didácticos relacionados com o seu ensino.

Num trabalho desenvolvido por Nicol (1999), a investigadora analisou os aspectos problemáticos, particularmente no que se refere à comunicação, que se colocam aos futuros professores quando estes interagem com os alunos em contexto da resolução de problemas. Os participantes do estudo — 14 formandos — frequentavam o primeiro ano de um programa de formação de professores de dois anos e integravam um curso leccionado pela investigadora que segue uma “pedagogia de investigação”. Os futuros professores tinham assim oportunidade de trabalhar com alunos dos 6º e 7º anos de uma escola básica da região ao longo de 11 semanas, ao mesmo tempo que se realizavam duas sessões semanais na Universidade para discussão do trabalho em curso. Para além destas sessões, após cada momento de trabalho com os alunos, os formandos reuniam com o professor da turma e a investigadora de modo a partilharem ideias, experiências e preocupações.

Os dados desta investigação foram recolhidos a partir dos diários dos formandos e da investigadora e de transcrições de gravações vídeo das sessões na Universidade e reuniões na escola. A análise de dados centrou-se nas tensões que os futuros professores experimentaram quando questionavam, ouviam e respondiam aos alunos. Para cada um destes papéis é apresentado o caso de uma aluna, sendo que o caso de Kelley constitui um exemplo muito interessante de evolução na forma de questionar os alunos.

Alguns episódios em que Kelly interagiu com alunos e a sua própria análise desses episódios evidenciam uma mudança na sua forma de questionar os alunos. Inicialmente, procurava conduzi-los à resposta certa, mas mais tarde passou a procurar favorecer a discussão das ideias, o que lhe permitia compreender melhor o pensamento dos alunos. Kelly também se apercebeu da sua mudança e comenta:

“Eu fiquei surpreendida com as poucas oportunidades para pensar que eu dei aos alunos durante as sessões iniciais [na escola] comparado com a última sessão. ... Eu estava sobretudo a formular questões para verificar se os alunos estavam a seguir o que eu estava a fazer... e as perguntas que eu fazia só requeriam uma resposta sim ou não. Eu estava concentrada em perguntar-lhes [questões] por um objectivo diferente — resolver o problema” (p. 57)

Mas nem todos os casos apresentados mostram uma evolução tão positiva. Por exemplo, uma outra aluna, Jade, mostrou-se muito insegura quando tentou responder aos alunos dando azo a que estes desenvolvessem o seu raciocínio, acabando por fechar a discussão de modo a não se sentir em território desconhecido. De qualquer forma, a autora afirma que, ao longo do curso, se registaram progressos significativos na forma como os participantes questionam, ouvem e respondem aos alunos. Na sua perspectiva, essa evolução deve-se não só à relação que foram estabelecendo com os alunos, mas também à relação que desenvolveram com a Matemática. Para este progresso contribuíram seriamente as reflexões que elaboraram após as sessões com os alunos, bem como as discussões em que posteriormente se envolveram.

A investigação empírica portuguesa

Em Portugal, o Grupo de Investigação em Resolução de Problemas (GIRP), do qual fazem parte vários professores e investigadores de Universidades e Escolas Superiores de Educação, desenvolveu na última década um trabalho significativo relativamente a esta temática, explorando algumas questões que se ligam com a formação inicial: Como se caracterizam os desempenhos dos futuros professores quando resolvem problemas? Que dificuldades manifestam? Que atitudes expressam? Que impacto têm os módulos de formação no seu conhecimento? Como se caracterizam as concepções e práticas dos jovens professores relativamente à resolução de problemas? Os estudos que a seguir se apresentam procuram responder a estas questões.

Fonseca (1997) desenvolveu uma investigação sobre os processos utilizados na resolução de problemas por dois futuros professores de Matemática. Estes dois jovens frequentavam na altura o último ano de um curso de formação inicial de professores de Matemática e de Ciências da Natureza do 2º ciclo do ensino básico, ministrado por uma Escola Superior de Educação. Os participantes frequentaram módulos de formação

sobre a resolução de problemas, durante os quais tiveram oportunidade de utilizar o modelo proposto por Pólya, resolver problemas de processoⁱⁱ (do tipo dos utilizados na investigação) e de aplicar várias estratégias de resolução. Em situação laboratorial, os dois futuros professores resolveram 4 problemas de tipos diferentes (processo, aplicaçãoⁱⁱⁱ, conteúdo^{iv} e aparato experimental^v).

Da observação dos seus desempenhos, da análise dos registos efectuados e das entrevistas conduzidas, a investigadora concluiu que:

- os processos utilizados com maior frequência prendem-se com a compreensão do problema, selecção dos dados necessários e das estratégias adequadas e sua implementação. O processo de particularizar foi também muito utilizado;
- as principais dificuldades relacionam-se com: a) a resolução de sub-problemas quando não são apresentados explicitamente; b) avaliação da razoabilidade da resposta; c) generalização e apresentação de conjecturas; d) trabalho simultâneo com várias condições; e) selecção da condição-chave para progredir; f) compreensão dos conceitos matemáticos; g) reflexão sobre o trabalho desenvolvido;
- a formação que receberam mostrou-se particularmente útil no desenvolvimento e implementação de estratégias de resolução. Contudo, ela não foi suficiente para que os alunos ultrapassassem os obstáculos com que se depararam. Para além disso, não parecem ter atendido a algumas das fases do modelo de Pólya que foram trabalhadas durante as aulas, tais como a elaboração de um plano e a avaliação do trabalho realizado;
- os participantes revelaram fracos conhecimentos matemáticos. Este facto provocou um sentimento de insegurança face à actividade de resolução de problemas, apesar dos formandos considerarem que para resolver problemas não é necessária muita Matemática.

No que diz respeito às implicações para a formação inicial, a autora considera que é necessário que esta continue

“a fornecer informações *acerca* da resolução de problemas, mas diversificando os tipos de problemas, focando também os que exigem tomadas de decisão e incidindo em aspectos de avaliação das respostas obtidas, de desenvolvimento de capacidades metacognitivas, de reflexão sobre o trabalho [...] deve atender-se à qualidade dos conhecimentos

matemáticos de modo a que futuros professores não revelem insegurança no domínio científico em que trabalham” (p. 63-64).

O estudo levado a cabo por Leitão e Fernandes (1997) procura igualmente conhecer melhor os processos usados pelos futuros professores de Matemática quando resolvem problemas. Este estudo procura também analisar a influência do trabalho em grupo relativamente aos seus desempenhos. Para além dos processos, procurou-se identificar as dificuldades e as atitudes manifestadas face à resolução de problemas.

Os participantes neste estudo são 4 alunos que frequentavam o 4º ano do curso de professores do Ensino Básico variante de Matemática/Ciências da Natureza, ministrado por uma Escola Superior de Educação. Estes futuros professores formavam um grupo de trabalho de uma turma de Metodologia do Ensino da Matemática e o seu aproveitamento era considerado bom. Durante 3 sessões de duas horas, e em ambiente de sala de aula, o grupo resolveu 6 problemas de processo e o seu trabalho foi observado presencialmente por uma das investigadoras e gravado em áudio. Os registos escritos constituíram outro elemento de análise, bem como as suas respostas a um questionário que, entre outros aspectos, abordava a relação dos alunos com a Matemática e a resolução de problemas em particular.

A análise dos dados permitiu às investigadoras avançarem com as seguintes conclusões:

- O grupo evidenciou sucesso na resolução dos problemas. A fase de compreensão do problema mostrou-se particularmente sensível, mas o grupo ultrapassou as dificuldades surgidas fazendo leituras cuidadas do enunciado;
- O grupo mobilizou um conjunto variado de estratégias: tentativa e erro, trabalhar do fim para o princípio, desenho de figuras e diagramas, construção de tabelas, procura de um padrão, recurso a problemas semelhantes já resolvido e recurso à Álgebra. Note-se que esta última foi utilizada com frequência, quer como primeira tentativa, quer como alternativa de resolução.
- Os futuros professores mostraram-se bastante reflexivos, procurando outras soluções e verificando as obtidas;
- Quanto à influência do trabalho de grupo, afirmam que

“A interacção no grupo, manifestada pelas questões levantadas, pelas trocas de opinião, pelos esclarecimentos prestados, foi determinante para a

produtividade e eficácia na resolução dos problemas propostos, mostrando os alunos elevado nível de confiança nas soluções encontradas.” (p. 124)

Também Cabrita (1997) investigou os processos de resolução de problemas que futuros professores utilizam, envolvendo especificamente o conceito de proporcionalidade. Os 10 participantes (todas raparigas) neste estudo fazem parte de uma turma de 23 elementos que frequenta o 4º ano de uma licenciatura em Ensino de Matemática, a qual forma professores para o 3º ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário.

A recolha de dados foi realizada em ambiente de sala de aula, no âmbito da disciplina de Didáctica da Matemática. Nesta disciplina foi anteriormente leccionado um módulo sobre resolução de problemas onde se trabalharam, entre outros aspectos: conceito de problema, tipologias, modelo de Pólya, estratégias de resolução, o ensino da resolução de problemas — planificação e avaliação de actividades. Às participantes do estudo foram propostos 5 problemas retirados de um manual de 7º ano (o último dos quais apresentando várias resoluções) e questionários sobre os mesmos problemas. Os respectivos registos foram analisados pela investigadora que procurou retratar a história de cada problema e traçar o perfil de cada aluna.

As principais conclusões da investigadora apontam para:

- A existência de algumas dificuldades ao nível da compreensão dos problemas;
- A existência de muitas dificuldades na aquisição/aplicação do conceito de proporcionalidade, as quais são sugeridas pelas resoluções de um problema em particular. Os dados sugerem também uma visão estanque da proporcionalidade — não há referências a ligações a outros tópicos;
- As futuras professoras recorreram sobretudo a estratégias algébricas e, apesar de mostrarem sensíveis à necessidade de abordar os problemas utilizando mais do que uma estratégia,

“não se mostraram capazes de variar os processos de resolução, mesmo quando tal lhes era explicitamente pedido, referindo que seriam os que utilizariam aquando da possível abordagem daqueles problemas com os seus futuros alunos.” (p. 71).

Como implicações para a formação, particularmente a formação inicial, a autora sublinha a necessidade de tratar a resolução de problemas, valorizando a exploração de

formas variadas, recorrendo a processos geométricos, algébricos, analíticos, incluindo os processos menos formais.

Vale (1997) apresenta também um estudo sobre as concepções e desempenhos de futuros professores de Matemática relativamente à resolução de problemas. A investigação decorre de um trabalho realizado numa disciplina do 4º ano de uma licenciatura em ensino da Matemática e Ciências da Natureza, ministrado por uma Escola Superior de Educação. No âmbito dessa disciplina, a resolução de problemas é abordada de modo explícito, isto é, identificam-se estratégias utilizadas na resolução de diversos problemas e promove-se a reflexão acerca da sua escolha e utilização.

Após leccionar o referido módulo, a investigadora (também professora da turma) propôs, ainda em contexto de sala de aula, a resolução de 4 problemas a partir dos quais recolheu dados. Note-se que 2 dos problemas (designados por problemas de processo) correspondiam ao tipo de problemas mais trabalhados durante as aulas, ao contrário dos 2 problemas de aplicação que então não mereceram atenção.

No que diz respeito às concepções manifestadas pelos futuros professores relativamente à resolução de problemas, Vale afirma que esta abordagem esteve quase ausente da experiência matemática anterior dos alunos ou, quando marcou presença, fê-lo pela negativa. As recordações que mantém das situações em que se propunham problemas estão associadas a sentimentos de insegurança, frustração ou, algo que referem frequentemente, de falta de motivação. O módulo que foi leccionado sobre resolução de problemas parece ter favorecido a sua atitude face a estas tarefas, pois os alunos passaram a caracterizá-las como bastante desafiantes, interessantes e úteis. Apesar de ainda não se sentirem muito confiantes na resolução de problemas, no futuro pensam desenvolver esforços no sentido de promover a sua implementação na sala de aula.

Quanto aos desempenhos registados, a investigadora afirma que o grau de consecução ao nível dos problemas de processo foi razoável; já relativamente aos problemas de aplicação, o grau de consecução foi inferior, o que aponta para a necessidade de dar maior visibilidade a este tipo de problemas durante as aulas. As principais dificuldades registadas dizem respeito às fases de compreensão e execução. No que diz respeito a esta última, identificaram-se dificuldades particulares no processo de generalização. Para além disso, a fase de “olhar para trás”, proposta por Pólya e

trabalhada durante as aulas, foi negligenciada pelos alunos, o que teve implicações negativas na resolução dos problemas. Aliás, as fases de Pólya mostraram-se pouco significativas para a maioria dos alunos que resolveram os problemas sem as levarem em conta. Ao contrário das fases, as estratégias de resolução que foram trabalhadas nas aulas verificaram-se bastante úteis, pois permitiram que os alunos chegassem à solução dos problemas muito mais rapidamente.

Os resultados do estudo levam a que a autora sublinhe a importância do ensino sobre a resolução de problemas durante a formação inicial de professores:

“É essencial que os alunos passem por um processo de aprendizagem em resolução de problemas, onde adquiram, além dos conhecimentos necessários, confiança e gosto pela tarefa que estão a realizar, pois sem esta fase é difícil que venham a ensinar resolução de problemas aos seus alunos” (p. 31).

Nos programas de formação, a resolução de problemas

“deve passar de um conteúdo para um contexto de aprendizagem, aparecendo integrado com outros aspectos globais da aprendizagem como são as conexões, as aplicações, a modelação, o raciocínio e a comunicação” (p. 32).

Palhares (1997) desenvolveu um estudo que teve por base um trabalho proposto a alunos do 4º ano de uma licenciatura em Ensino da Matemática, no âmbito da disciplina Didáctica da Matemática II. A tarefa, a realizar em pequenos grupos e em ambiente de sala de aula, consistia em elaborar uma história que incluísse quatro problemas com sentido para o desenrolar do enredo, destinada a ser hipoteticamente apresentada a alunos do 8º ano. Note-se que estes futuros professores tinham recebido formação em resolução de problemas durante o 1º semestre, no âmbito da disciplina de Didáctica da Matemática I, onde tiveram oportunidade de, entre outras coisas, discutir várias definições e classificações de problemas, analisar e aplicar estratégias de resolução, estudar o modelo proposto por Pólya e resolver problemas, sobretudo de processo. Já na disciplina de Didáctica da Matemática II, o foco do trabalho recaiu sobre a ideia de formulação de problemas, sua importância e enquadramento na sala de aula, assim como o estudo de várias estratégias de formulação.

Assim, partindo desta proposta de trabalho, o autor pretendeu estudar as opções tomadas pelos formandos na construção das histórias, bem como os factores que

parecem estar na sua base, e ainda as atitudes que desenvolveram face a esta actividade. Para isso, e para além da recolha e análise dos trabalhos dos alunos, conduziu ainda entrevistas a três dos grupos presentes sobre os quais se baseiam as conclusões do estudo.

Sobre os resultados obtidos, o autor refere que, de uma maneira geral, os três grupos escolheram formas de produzir a história que implicassem formas mais fracas de formulação de problemas; um dos grupos fugiu mesmo a qualquer tipo de formulação, partindo de problemas já conhecidos. Para além disso, os problemas envolvidos foram quase exclusivamente problemas de conteúdo, isto apesar de estes terem sido pouco trabalhados nas aulas. Sobre este aspecto, o autor avança com razões explicativas:

“A indicação dada de a história ser para alunos do 8º ano pode ter funcionado como uma mensagem implícita de ligar ao conteúdo. Mas é provavelmente algo de mais profundo: as alunas gostaram de resolver problemas que não de conteúdo mas os longos anos de estudo de Matemática segundo outro modelo acabaram por pesar mais do que as indicações dadas numa única cadeira.” (p. 184).

A atitude manifestada relativamente ao trabalho foi positiva, sobretudo no grupo à partida considerado mais fraco. No entanto, quando confrontadas com a ideia de propor este tipo de trabalho a alunos de 8º ano, as respostas convergem em dois aspectos: por um lado, esta é uma tarefa demasiado difícil para aqueles alunos pelo que teria de ser amenizada; por outro lado, e contraditoriamente, este trabalho seria mais fácil para eles do que para elas próprias, já que consideram que naquela fase os alunos têm muito mais imaginação. Estas duas ideias apontam, como refere o autor, para uma concepção da Matemática desligada da imaginação. Mas mais ainda, parece transparecer a ideia de que

“estas alunas imaginam que os alunos do 8º ano têm muito mais imaginação que elas próprias e nenhuma em termo de imaginação, contrariamente a elas próprias; quer dizer, têm a ideia de que a escola vai roubando a imaginação e substituindo-a por conhecimento.” (p 184)

Como nos trabalhos anteriores que procuraram, entre outros aspectos, analisar a influência da formação recebida no conhecimento, concepções e atitudes dos futuros professores, Borralho (1997) procurou também olhar para essa influência ao nível da prática profissional. Ou seja, o investigador pretendeu analisar a relação entre a prática de ensino de futuros professores e a sua formação inicial em geral e a formação

desenvolvida em duas disciplinas (Didáctica da Matemática e Prática Pedagógica III) nas quais se deu primazia à reflexão sobre a actividade do professor, sobre a resolução de problemas e sobre o ensino da resolução de problemas.

Nesta investigação participaram 3 alunos que frequentavam o 4º ano da licenciatura em Ensino da Matemática ministrado numa Universidade. Ambos os alunos tinham frequentado a disciplina de Didáctica da Matemática no semestre anterior e, na altura do estudo, frequentavam a disciplina de Prática Pedagógica III, na qual têm oportunidade de planear e implementar uma aula em contextos reais. A recolha de dados processou-se através de entrevistas conduzidas aos participantes, da observação de aulas e da análise documental, essencialmente, planos de aulas e outros materiais como, por exemplo, fichas de trabalho.

Dos 23 alunos que frequentavam a disciplina, apenas 30% optou por planear e conduzir uma aula com base na resolução de problemas e, destes, apenas dois explicitaram a preocupação com o desenvolvimento de capacidades de reflexão sobre os processos de resolução de problemas. Os três alunos escolhidos para esta investigação representam assim três casos distintos relativamente a esta metodologia.

Assim, pode-se dizer que houve uma fraca adesão da turma à utilização da resolução de problemas como estratégia metodológica. Nos três professores estudados, e sobretudo em dois deles, a relação entre a formação inicial e a prática pedagógica é muito reduzida. Na verdade, os modelos de ensino dos seus “melhores” professores do ensino não superior parecem ter uma influência determinante para as suas práticas, sendo que a formação que entretanto tiveram dificilmente modificou as suas crenças e concepções acerca do ensino e até da própria Matemática.

Nos três casos estudados, nenhum deles explicitou no seu plano de aula o modelo de ensino de resolução de problemas que foi trabalhado durante a formação, facto que, segundo o investigador, poderá ser explicado por um conjunto de factores:

“a) as referências que estes jovens têm de foram alunos na disciplina de Matemática aparecem como influências fortes no processo de preparação de aulas;

b) partindo da ideia básica da formação em que a prática conduz à criação de um conhecimento específico e ligado à acção, na generalidade, a prática não assentou em contextos reais o que poderá levar a um conhecimento

específico da acção não concordante com o que se pretendia e daí influenciar o conteúdo e a forma de preparação da aula;

c) a maioria do conhecimento matemático assenta numa fraca compreensão substantiva dos princípios em que se baseiam os conceitos-chave da Matemática;

d) dificuldades inerentes à relação não linear entre as tarefas de ensino e os processos de aprendizagem e que a formação inicial não aborda de forma profunda.” (p. 152-3)

Fernandes e Vale (1997) foram mais longe na exploração da relação entre a formação e a prática, desenvolvendo um estudo que durou dois anos e que pretendeu conhecer as concepções e práticas de dois jovens professores, Rui e Maria, acerca da resolução de problemas. A investigação decorreu em duas fases: numa primeira procurou-se conhecer as concepções dos participantes enquanto estes eram apenas alunos de uma Escola Superior de Educação e após terem frequentado um módulo de formação em resolução de problemas; num segundo momento, quando já leccionavam Matemática a turmas do 5º ano, e onde se procurou estudar tanto as concepções como as práticas dos professores relativamente à resolução de problemas. Esta investigação, de natureza interpretativa, recorreu fundamentalmente a observações realizadas em contexto de sala de aula, quer na primeira quer na segunda fase, bem como a várias entrevistas aos participantes.

No que diz respeito às conclusões do estudo, os autores referem que as concepções relativamente à resolução de problemas que Rui e Maria manifestaram enquanto alunos são muito semelhantes:

“ambos revelavam uma visão dualista da Matemática (cálculo e raciocínio), ambos viam a resolução de problemas como fundamental para o desenvolvimento das capacidades de raciocínio dos seus alunos e ambos declaravam vontade de ensinar a resolver problemas nas suas futuras turmas” (pp. 332-3);

Durante o primeiro ano da sua carreira, mantém-se alguns pontos de contacto entre as suas concepções, porém as práticas destes dois professores divergem substancialmente. Ambos assinalaram a dificuldade de realizar aulas de resolução de problemas e a necessidade de conjugar esta metodologia com o tratamento de conteúdos que o programa oficial indica. Contudo, no caso de Rui, existe uma contradição clara

entre as ideias que manifestava e a sua prática. Este professor centrou as suas aulas na leccionação de conteúdos e na resolução de exercícios retirados do manual escolar; a resolução de problemas foi posta de lado. Apesar de Maria tender também a olhar para o currículo oficial do ponto de vista dos conteúdos a leccionar e considerando que a resolução de problemas é algo à parte, esta professora conseguiu introduzir esta metodologia nas suas aulas. De facto, em várias ocasiões ela foi utilizada: a propósito do tratamento de conteúdos, como motivação para a introdução de um novo assunto, como trabalho de casa e ainda como actividade extra curricular.

Alguns dos factores que parecem contribuir para a dissonância entre as concepções e as práticas que Rui exibiu são: as fracas expectativas relativamente ao desempenho dos seus alunos que partilhava com os outros professores da turma; a insegurança sentida relativamente a uma metodologia que exige maior participação e interacção entre os alunos; o funcionamento do grupo disciplinar de Matemática onde a discussão, reflexão e planeamento eram actividades ausentes.

Assim, os vários estudos realizados pelo GIRP e cujos principais resultados foram aqui apresentados, parecem apontar para um conjunto de conclusões, das quais saliento os seguintes aspectos:

- No que diz respeito ao desempenho dos futuros professores na resolução de problemas parecem existir dificuldades principalmente ao nível da compreensão dos problemas, ao nível da avaliação das estratégias e soluções encontradas, na utilização de processos como a generalização, e de uma maneira geral no conhecimento matemático demonstrado — todas elas referidas em mais do que um estudo;
- Os programas de formação que incluem módulos sobre a resolução de problemas, parecem ter influências positivas na atitude dos futuros professores face a esta actividade, no conhecimento e na capacidade de recorrer a estratégias diversificadas, muito embora estes continuem a privilegiar a utilização de métodos algébricos. Porém, vários dos aspectos trabalhados durante a formação, como o modelo proposto por Pólya, parecem exercer uma influência relativamente pequena no seu desempenho;
- A utilização da resolução de problemas pelos jovens professores nas suas aulas parece tender a ser reduzida a um grupo minoritário e, mesmo entre estes, com

algumas limitações. Isto parece acontecer mesmo quando os jovens professores deixam transparecer concepções positivas acerca do papel e da importância da resolução de problemas no ensino da Matemática.

- Quanto às implicações para a formação, os estudos sugerem uma presença forte da resolução de problemas nos currículos, se possível trabalhando-a como um contexto de aprendizagem e não como um conteúdo. Os jovens professores devem resolver problemas de tipologias diferentes, recorrendo as estratégias diversificadas, de modo a tornarem-se bons resolvedores de problemas e a manterem uma atitude positiva face a esta actividade e ao seu ensino.

CIEFCUL
Nº _____

IV. Metodologia

Neste capítulo apresento as opções metodológicas desta investigação, os seus participantes e o plano de trabalho que foi seguido, bem como as técnicas de recolha de dados e o processo de análise de dados que foram utilizados.

Opções metodológicas

Sendo o objectivo deste trabalho compreender o conhecimento e as atitudes do professor estagiário associados à realização de aulas de trabalho investigativo, a forma como evoluem e como interagem, parece evidente que esta investigação deve assumir uma abordagem qualitativa, tendo como referência o paradigma interpretativo. De facto, Bodgan e Biklen (1994) enunciam cinco características da investigação qualitativa, presentes em todos os estudos que seguem esta abordagem, muito embora em diferentes graus: (a) a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; (b) os dados recolhidos são na sua essência descritivos; (c) interessa mais o processo do que simplesmente o resultado ou os produtos; (d) os dados tendem a ser analisados de forma indutiva; e (e) é dada especial importância ao ponto de vista dos participantes.

No caso deste trabalho, é possível afirmar que todas estas características são bastante pertinentes: Em primeiro lugar, torna-se necessário recolher dados em ambiente natural, já que o contexto em que os professores estagiários trabalham é determinante para o desenvolvimento dos seus conhecimentos e atitudes. Em segundo lugar, por forma a construir uma visão sustentada destas duas dimensões é preciso recolher dados ricos em pormenores descritivos. Em terceiro lugar, mais do que conhecer exactamente como são os conhecimentos e atitudes dos professores, interessa saber de que forma chegaram a eles, que aspectos os influenciaram, privilegiando assim o processo relativamente ao produto. Em quarto lugar, não se pretende testar qualquer

teoria previamente estabelecida, ao contrário, a análise de dados é feita de forma indutiva, procurando contribuir para a construção de novo conhecimento. Finalmente, a perspectiva dos participantes assume a maior importância, de modo a compreender a forma como vivem as suas experiências e o significado que lhes atribuem.

No que diz respeito ao *design* de investigação, a escolha recaiu sobre o estudo de caso. Segundo Merriam (1988), “um estudo de caso é um estudo sobre um fenómeno específico tal como um programa, um acontecimento, uma pessoa, um processo, uma instituição ou um grupo social” (p. 9) e é particularmente adequado para lidar com problemas da prática e alargar o conhecimento sobre vários aspectos da educação. Esta autora identifica ainda quatro propriedades essenciais neste tipo de *design*: o seu carácter descritivo e indutivo, que se coaduna com uma abordagem qualitativa, o seu particularismo, por se focar na especificidade de uma situação ou identidade e a sua natureza heurística, por levar à compreensão do fenómeno em estudo. Para Yin (1984), a utilização deste *design* é indicada quando se formulam as questões *como* e *porquê*, relativamente a aspectos sobre os quais o investigador tem pouco ou nenhum controle. De facto, neste trabalho são exactamente questões desta ordem que interessa analisar, pelo que o estudo de caso pareceu uma metodologia adequada.

Porém, vale a pena referir um aspecto que pode constituir uma dificuldade neste estudo, e que é assinalado por Matos e Carreira (1994) como um dos possíveis conflitos do investigador de estudo de caso. Assumir o duplo papel de investigadora e orientadora do estágio implica adoptar uma postura participante, o que se traduz num desafio. Por um lado, é necessário intervir sobre o contexto e focar as atenções no apoio aos professores e, por outro lado, é preciso manter algum distanciamento que permita observar e analisar. Este duplo papel tem certamente vantagens e desvantagens, mas as primeiras parecem ultrapassar as últimas e nenhuma outra estratégia metodológica parece resolver as dificuldades sem introduzir novos problemas.

Os participantes e o plano de trabalho

Nesta investigação optou-se pela realização de três estudos de caso relativos aos três professores que compõem o núcleo de estágio de uma escola do centro de Lisboa. A selecção destes participantes foi feita com base no conhecimento prévio que eu tinha de

dois deles. De facto, no ano anterior ao seu estágio, Margarida e Pedro haviam sido meus alunos no âmbito de uma disciplina do 4º ano da licenciatura, onde mostraram ser responsáveis, trabalhadores e muito interessados em aprender. Para além disso, no final do ano lectivo, estes futuros professores manifestaram desejo de serem orientados por mim durante o estágio, uma iniciativa que me despertou para a boa relação que tínhamos e que, associada às qualidades que lhes reconhecia, me levou a considerar a hipótese de os seleccionar para esta investigação. Por questões de ética profissional, propus a participação no estudo aos três professores no final do ano lectivo, numa fase em que já não era sua professora mas em que o estágio também não me estava atribuído, por forma a deixá-los decidir sem quaisquer constrangimentos.

No início do ano lectivo, negocie o plano de trabalho com os professores estagiários, no qual se decidiu a realização de ciclos de trabalho que envolvessem quatro fases: a preparação de aulas de investigação, a realizar em reuniões conjuntas (os três estagiários e eu); a realização das respectivas aulas, a observar sempre que possível; a reflexão individual do professor e redacção do respectivo relatório; finalmente, discussão conjunta entre o professor e a orientadora com base no referido relatório.

Inicialmente, pensou-se repetir este ciclo quatro ou cinco vezes, por forma a não sobrecarregar os estagiários com muitos relatórios, muito embora eles pudessem desenvolver mais aulas de trabalho investigativo. Paralelamente, os estagiários deveriam ler alguns textos acerca do tema das investigações matemáticas, a sugerir por mim, de modo a aprofundarem os seus conhecimentos sobre o que são estas tarefas, qual o seu papel no currículo e na aprendizagem dos alunos e como podem ser realizadas na aula. Estas leituras deveriam dar origem a um texto onde os estagiários sintetizassem as ideias analisadas. Conforme as necessidades, a referida bibliografia poderia ser também analisada em conjunto. No fim do ano, cada estagiário deveria escrever a sua reflexão relativamente ao trabalho realizado.

Foi este o plano delineado de início, aceite pelos estagiários e cumprido praticamente na íntegra. Na verdade, realizaram-se apenas três ciclos de preparação, realização e reflexão sobre actividades de investigação mas, em contrapartida, efectuaram-se ainda reuniões de trabalho em que se analisaram planificações de unidades e a utilização de determinadas tarefas de natureza investigativa. Para além disso, os professores resolveram ainda a tarefa de investigação *Sombras de um cubo*.

Técnicas de recolha de dados

A recolha de dados recorre a várias técnicas próprias da investigação qualitativa, nomeadamente o diário de bordo, o relatório, a entrevista e a observação. A utilização destes diferentes instrumentos constitui uma forma de obtenção de dados de diferentes tipos, a qual proporciona a possibilidade de cruzamento de informação.

Diário de bordo

O diário de bordo constitui um dos principais instrumentos deste estudo, sendo usado, sobretudo, seguindo as sugestões de Bogdan e Biklen (1994) relativamente às notas de campo. Esta associação não é fortuita. Pelo contrário, resulta da opinião dos próprios autores que indicam a possibilidade de as notas de campo originarem um diário pessoal. O seu formato e conteúdo foram reformulados por mim atendendo às características específicas da investigação em causa.

O diário de bordo pretende ser o instrumento no qual o investigador reúne as notas que tira das suas observações no campo. Estas notas são “o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha e reflectindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 150). O diário representa assim uma fonte importante de dados e pode também ajudar o investigador a “acompanhar o desenvolvimento do projecto, a visualizar como é que o plano de investigação foi afectado pelos dados recolhidos, e a tornar-se consciente de como ele ou ela foram influenciados pelos dados” (p. 151).

Neste estudo são considerados dois tipos de notas que integrarão o diário de bordo: notas de tipo descritivo e de tipo reflexivo. As primeiras procuram captar, por palavras, uma imagem “do local, pessoas, acções e conversas observadas”. As últimas referem-se “ao ponto de vista do observador, as suas ideias e preocupações” (p. 152).

As notas que constituem o diário de bordo são retiradas de reuniões formais e informais com os estagiários e da assistência às suas aulas. No entanto, torna-se necessário definir um assunto ao qual se dê particular atenção, naturalmente relacionado com o problema em estudo. Para Jorgensen (1989), até que o problema em estudo esteja

completamente definido, é importante que as notas sejam o mais completas possível. A partir desse momento, elas deverão concentrar-se mais sistematicamente em descrever o assunto em detalhe. No caso da presente investigação, o diário de bordo será utilizado principalmente para registar os conhecimentos e as atitudes que os professores manifestam nos vários contextos acima mencionados.

O processo de elaboração do diário de bordo determina que, logo após a realização das reuniões ou a observação das aulas, a investigadora deverá registar a descrição dos acontecimentos, bem como algumas reflexões suas sobre o sucedido. As reuniões com os professores serão registadas em áudio e, embora se considere a possibilidade de transcrever excertos do discurso dos professores que sejam particularmente relevantes, a gravação servirá essencialmente para facilitar a elaboração do diário de bordo.

Relatórios

No plano de trabalho que foi delineado com os professores estagiários no início do ano, ficou definido que estes deveriam elaborar relatórios relativos à realização de aulas de investigação em quatro momentos ao longo do ano e, finalmente, um relatório final de balanço do trabalho realizado (um plano que não foi inteiramente cumprido, visto terem elaborado apenas três relatórios do primeiro tipo).

Embora não tivesse sido fornecido um guião para a construção dos relatórios, foram dadas aos professores algumas indicações sobre a sua forma e conteúdo. No que diz respeito ao primeiro aspecto, sugeri que (à imagem do diário de bordo elaborado por mim) os relatórios contivessem registos do tipo descritivo, com o relato com mais ou menos pormenorizado do decurso da aula e de alguns episódios relevantes, e ainda notas de tipo reflexivo, onde os professores explicitassem a sua reflexão e a avaliação sobre a experiência realizada. No que diz respeito ao conteúdo destes relatórios, sugeri que, para além da descrição da aula, deveria haver uma amplitude bastante razoável de aspectos merecedores de reflexão. Concretamente, os professores estagiários deveriam reflectir sobre o desempenho dos alunos, a reacção manifestada perante aquele tipo de trabalho, as estratégias e as dificuldades evidenciadas, etc. Mas, também igualmente importante, as reflexões deveriam incidir sobre a esfera do professor, analisando quer a

adequação das acções por si desenvolvidas, quer os seus sentimentos e atitudes, como a insegurança ou o gosto pela experiência conduzida.

Um aspecto importante que vale a pena notar diz respeito ao alcance destes relatórios. De facto, eles são apresentados aqui como uma ferramenta de recolha de dados, absolutamente determinante para esta investigação. Contudo, eles são igualmente relevantes do ponto de vista da formação dos professores estagiários. A elaboração dos relatórios constitui uma oportunidade para pensarem com alguma profundidade nos acontecimentos da aula, problematizarem vários aspectos emergentes dessa experiência, reverem as suas ideias e avançarem com novas perspectivas. Ou seja, os relatórios são também um elemento fomentador da reflexão, decisiva para a aprendizagem.

Entrevistas

Um dos aspectos característicos desta investigação é a importância da perspectiva dos professores estagiários, a qual é captada essencialmente a partir do seu discurso. Para isso, são essenciais os relatórios por si elaborados e os registos constantes no diário de bordo que reproduzem ideias e conversas relevantes para o estudo dos professores. Mas, neste sentido, a entrevista tem também um papel a desempenhar, já que ela “é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 134).

Existem diferentes tipos de entrevistas que alguns autores têm classificado usando também terminologia distinta. Fontana e Frey (1994), consideram a existência de três grandes tipos: estruturada, semi-estruturada e não-estruturada; para Patton (1987), elas dividem-se entre quantitativas e qualitativas, sendo que a última comporta ainda três classificações (conversacional informal, guiada e aberta *standard*). Contudo, o princípio que orienta estas diferentes classificações é o mesmo — distinguem-se os tipos de entrevistas a partir do seu grau de estruturação e da abertura das questões. Assim, quer as entrevistas estruturadas como as denominadas por quantitativas implicam a definição prévia das questões a colocar, as quais envolvem um conjunto limitado de categorias de resposta, assemelhando-se a questionários. Estas entrevistas são indicadas para estudos quantitativos, em que se recorre ao tratamento estatístico dos dados.

Em investigação qualitativa, os tipos de entrevistas mais utilizados são a semi-estruturada e a não-estruturada ou, usando a terminologia de Patton, as entrevistas qualitativas. Nestas entrevistas, para além de o entrevistador ter uma maior margem de manobra, podendo alterar, acrescentar ou suprimir algumas perguntas, o tipo de questões a formular tem um carácter aberto. Esta característica permite aos entrevistados expressar as suas próprias compreensões nos seus próprios termos, o que facilita o entendimento das suas percepções e experiências pessoais por parte do investigador.

Neste trabalho foram usadas entrevistas semi-estruturadas, uma vez que considerei que a condução da entrevista seguindo um guião de perguntas me daria alguma segurança, evitando a omissão de aspectos fundamentais. Inicialmente, foram previstas três entrevistas a cada professor: uma no início do ano, com os objectivos de conhecer melhor alguns aspectos relacionados com o percurso escolar e académico dos participantes, bem como tomar contacto com as suas perspectivas relativas à actividade de investigação; uma a meio e outra no final do ano, ambas com o objectivo de fazer um balanço sobre o trabalho realizado até ao momento e sobre a forma como os professores estavam a viver esta experiência. Contudo, estas duas entrevistas visavam a obtenção de informações que os professores não teriam fornecido espontaneamente através dos relatórios das aulas ou nas sessões de trabalho. Tendo considerado suficiente informação obtida por estes meios, optei pela não realização da segunda entrevista.

Observações

As observações efectuadas no âmbito deste estudo incidem, sobretudo, nas reuniões de trabalho com os professores estagiários e nas aulas em torno das tarefas de investigação *Quadrados com fósforos*, *Investigação sobre funções polinomiais* e *Números em escada*. Dada a minha condição de orientadora do núcleo de estágio, o papel que assumi durante estas observações foi o de observador-participante. Na prática, isso significa que durante as reuniões a minha intervenção foi considerável, cabendo-me a função de coordenar o trabalho e prestar apoio aos professores. Contudo, é de salientar que procurei assumir uma postura não-directiva, formulando questões e dando sugestões, mas sem apontar para uma direcção obrigatória.

No que diz respeito à observação de aulas, a minha postura esteve dependente dos momentos em que se desenrolava a investigação. No caso de os alunos estarem a trabalhar em grupo, assumi um papel participante, indo junto dos grupos por forma a me inteirar do seu trabalho e prestar algum apoio. Nos restantes momentos, dediquei-me exclusivamente à observação e registo de dados, procurando desempenhar um papel menos interventivo. Um aspecto que devo sublinhar relativamente à observação destas aulas é o seu papel no âmbito da investigação. De facto, ela serviu sobretudo como suporte ao trabalho de preparação e discussão das aulas com os professores, facilitando a minha compreensão dos seus contextos de trabalho e permitindo a identificação de elementos fundamentais à análise posterior à aula.

Análise de dados

A análise de dados segue, em traços gerais, o modelo de Miles e Huberman (1984), descrito por Lessard-Hébert, Goyette e Boutin (1994), e que se divide em três componentes: a redução de dados, a sua apresentação e a interpretação/verificação das conclusões. No que diz respeito à primeira, trata-se de recorrer a processos como selecção, centração, simplificação, abstracção e transformação do material compilado. Contudo, a redução de dados inicia-se mesmo antes da recolha começar, nomeadamente durante a formulação da problemática e no delinear do projecto de investigação onde, desde logo, se tomam decisões que restringem os dados a recolher. Também durante o processo de recolha de dados se procede simultaneamente a uma redução, a qual é perceptível, por exemplo, nos dados que são registados no diário de bordo e que correspondem apenas a uma parte do que é observado. Já depois da recolha feita, o processo de redução continua, através da selecção de elementos significativos constantes nos relatórios dos professores, nos diários e nas transcrições das entrevistas.

A apresentação dos dados é feita seguindo um sistema de categorias que emerge dos próprios dados e que constitui uma forma de organizar a informação obtida acerca do conhecimento e das atitudes dos professores. Esta apresentação deve ter particularmente em atenção a perspectiva dos professores estagiários e deve sustentar as conclusões que serão retiradas.

Finalmente, a fase de interpretação dos dados que “consiste na atribuição de significado aos dados reduzidos e organizados através da formulação de relações ou de configurações expressas em proposições ou modelos” (Lessard-Hébert et al., 1994, p. 122), subdivide-se neste estudo em três níveis: o primeiro, diz respeito à análise que é feita para cada caso; o segundo, é uma análise transversal que procura identificar aspectos que aproximam e distinguem os três casos; e o terceiro, correspondente ao capítulo das conclusões, procura extrair os aspectos mais relevantes da análise anterior por forma a responder às questões formuladas nesta investigação.

V. O núcleo de estágio

Neste capítulo são apresentadas as características principais do núcleo de estágio, o plano de trabalho que foi delineado, bem como dados sobre o trabalho que foi realizado em conjunto com os três estagiários, o que envolve sobretudo a preparação de aulas de investigação.

O presente estudo encara o professor estagiário como a unidade de análise. No entanto, num contexto de trabalho conjunto tão particular como é o estágio, torna-se imperativo apresentar e analisar aspectos relativos ao grupo de estagiários. Esta necessidade advém de vários factores, desde a dinâmica de trabalho que se estabelece entre os professores estagiários, a aspectos metodológicos inerentes ao trabalho de investigação.

Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, os alunos escolhem a escola onde querem estagiar a partir de um conjunto de escolas que oferecem formação. Habitualmente, esta escolha é feita pelos alunos já organizados em grupo e a sua aceitação depende de uma hierarquia entre os vários grupos que é estabelecida a partir da média das notas de curso. É por isso frequente que os estagiários que formam o mesmo núcleo de estágio tenham já estabelecido no passado relações de amizade ou de trabalho conjunto. Nestes casos, é possível que o grupo assuma logo de início uma identidade própria que não se caracteriza exclusivamente pela soma de comportamentos e atitudes individuais, mas envolve uma cultura de grupo para a qual cada elemento contribui. Para além disso, a própria natureza do trabalho e das actividades realizadas ao longo do ano de estágio — a preparação e concretização de aulas que muitas vezes dizem respeito aos mesmos anos lectivos, a reflexão sobre a prática lectiva, a planificação de tarefas extracurriculares, a realização de trabalhos académicos, etc. — obrigam, ou tendem a implicar, um trabalho conjunto e uma partilha de responsabilidades que são assumidas ao nível do grupo. Consequentemente, gera-se uma dinâmica de trabalho própria que emerge do grupo, isto é, de cada um dos seus elementos e também do seu conjunto.

O grupo de estagiários em questão constitui um caso muito particular. Margarida, Ana e Pedro têm aproximadamente a mesma idade, moram na margem sul do Tejo e são colegas e amigos desde o ensino secundário. Apesar de Pedro ter ambicionado tirar outro curso, acabaram por ingressar os três na licenciatura em Ensino da Matemática, na Faculdade de Ciências. Fizeram o curso juntos e decidiram formar o mesmo núcleo de estágio, mesmo que isso significasse ter de escolher uma escola mais longe de casa, o que de facto veio a acontecer. É, por isso, um grupo que, desde o início, se mostrou bastante coeso e que o trabalho conjunto veio posteriormente a revelar uma cumplicidade e uma partilha notáveis. Trata-se portanto de um grupo que reforça a necessidade de descrever e analisar aspectos relativos ao colectivo, como complemento de um estudo a nível individual.

Para além das características do grupo, existem aspectos metodológicos que justificam esta análise. Desde logo, o facto de o meu trabalho enquanto orientadora ter sido realizado, sobretudo, no âmbito do grupo de estagiários e não individualmente com cada um deles, levou a que existam vários dados relativos às questões em estudo e que dizem respeito ao grupo e não apenas a um estagiário. Por exemplo, existem produções conjuntas, tais como planificações a médio prazo, cuja análise parece relevante apesar de não dar indicações a nível individual. Para além disso, entre os dados é frequente encontrar testemunhos na primeira pessoa do plural, o que já não é apenas fruto do trabalho realizado conjuntamente, mas sim de um sentimento de comunhão que caracteriza as relações entre os professores estagiários.

Caracterização do núcleo

A escola onde foram colocados no ano de estágio pertence a um bairro lisboeta. É uma escola que tem já bastantes anos e onde se leccionam o 3º ciclo do ensino básico e o ensino secundário. A cada professor estagiário foram atribuídas duas turmas, uma do 7º ano e outra do 10º ano. As turmas de Pedro eram constituídas por 24 e 21 alunos, respectivamente; em ambas existiam alunos repetentes, mas esse número era particularmente mais notado na turma de 10º ano, onde 13 dos alunos tinham idade superior ou igual a 17 anos. No caso de Ana, existiam 24 alunos na turma de 7º ano e apenas 9 alunos na de 10º ano; em qualquer delas existiam alunos com idade mais

avançada, mas estes eram apenas uma minoria. A caracterização das turmas de Margarida relativamente ao número e à idade dos seus elementos fazia prever uma situação problemática, particularmente no 7º ano. Nesta turma, com 28 alunos, apenas 4 estavam na idade normal para a frequência desse ano, havendo 11 com idades entre 15 e 17 anos. A turma de 10º ano, com 24 alunos, era também constituída, na grande maioria, por repetentes.

Para caracterizar o núcleo, é necessário falar também dos orientadores de estágio. No modelo de formação desenvolvido pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, existem três orientadores de estágio: o orientador da escola, que é professor nessa instituição e que acompanha diariamente o trabalho dos estagiários; um orientador do Departamento de Educação e outro do Departamento de Matemática da referida Faculdade. Neste trabalho não mencionarei aspectos relativos ao orientador do Departamento de Matemática, visto não encontrar qualquer tipo de relação entre o trabalho por si orientado e o trabalho dos estagiários relativo à realização de actividades de investigação na aula de Matemática. Quanto à orientadora da escola, Filomena, existe naturalmente uma influência bastante maior no trabalho dos seus orientandos, visto ser ela a pessoa que acompanha o dia-a-dia dos estagiários. Concretamente no que diz respeito às aulas de trabalho investigativo, exibe uma atitude positiva e dá evidências de ter experiência de utilização dessa metodologia. Contudo, a sua influência varia entre formas mais ou menos directas e mais ou menos aparentes. Por isso, apenas em algumas situações serão feitas referências à orientadora da escola, salvaguardando o eventual apoio de Filomena noutras ocasiões. Naturalmente, o trabalho que desenvolvi com os estagiários enquanto orientadora do Departamento de Educação será explicitado com mais pormenor, o que é feito em seguida.

De modo geral, o trabalho que os estagiários desenvolvem neste ano comporta, para além da prática lectiva, a elaboração de trabalhos de cunho matemático — acompanhados pelo orientador do Departamento de Matemática — e de um trabalho no âmbito da Didáctica da Matemática, neste caso orientado por mim, e que implica um investimento numa determinada área ou assunto, com ligação à prática da sala de aula. Neste grupo de estagiários, o assunto trabalhado foi a realização de investigações matemáticas na sala de aula, tema que foi sugerido por mim e aceite por todos.

O tema das investigações na aula de Matemática não era desconhecido dos estagiários, apesar de também não lhes ser muito familiar. O primeiro contacto com estas actividades deu-se no 4º ano do curso (ano que antecedeu o seu estágio), no âmbito das disciplinas de Metodologia do Ensino da Matemática e de Interdisciplinaridade Ciências-Matemática. Nelas, puderam envolver-se na resolução de problemas e em actividades de exploração e investigação, o que constituiu uma experiência curta mas de que têm recordações positivas (apesar das dificuldades que eventualmente possam ter sentido). Assim, abraçar o tema das investigações na sala de aula constituiu para eles um verdadeiro desafio, quer pela sua inexperiência matemática neste tipo trabalho, quer pela complexidade que, de modo geral, caracteriza a sua utilização em aula.

Actividades conjuntas

Em seguida descrevem-se algumas actividades realizadas em conjunto e cujos resultados contribuem para a análise das atitudes e conhecimentos dos três professores estagiários, relativamente à realização de actividades de investigação.

As primeiras reuniões

Para além das reuniões de preparação e discussão das aulas de trabalho investigativo, realizaram-se inicialmente duas reuniões de coordenação. Na primeira reunião, a planificação do primeiro capítulo de Geometria do 10º ano foi o assunto principal em agenda, por sugestão dos estagiários. Em várias outras ocasiões, já me haviam manifestado que se sentiam inseguros relativamente a esta área da Matemática e, a certa altura referiram encontrar-se “perdidos” com a preparação destas aulas, pelo que procurei corresponder às suas solicitações.

Para a reunião levaram um esquema bastante informal dos assuntos a tratar aula a aula e de algumas metodologias a usar. Esta planificação transparecia claramente as orientações do manual adoptado pela escola que segue uma linha bastante tradicional. Os próprios estagiários admitiram que se tinham baseado neste material para construir a planificação. Isso levou-me a questioná-los sobre a coerência do manual com as

orientações dadas pelo programa, o que por si só, os levou a introduzir alterações no seu plano. Por exemplo, avançaram que as quatro aulas que inicialmente haviam planeado para o tratamento dos *radicais* deveriam ser mudadas pois não seguem a orientação do programa. Para além disso, afirmaram a intenção de tratar este tópico a partir de situações problemáticas (por exemplo, partindo do estudo das secções do cubo), pois só assim faria sentido tratar os *radicais* dentro do capítulo de Geometria. Para trabalhar outro tópico — *modos de definir um plano* — imaginaram também uma situação em que deveriam ser os alunos a chegar às diferentes maneiras de definir um plano: um aluno que tivesse um paralelepípedo na mão deveria procurar descrever um plano no sólido a alguém que hipoteticamente estaria fora da sala, com um sólido igual, para que essa pessoa identificasse o plano. A partir daí seriam discutidos os possíveis modos de definir o plano.

Esta primeira planificação, de que os aspectos anteriores são exemplo, revela assim que existe uma valorização de situações problemáticas como forma de chegar a propriedades e consequente formalização, bem como a valorização da comunicação e negociação de significados. No entanto, algumas das ideias que os professores têm, mais de acordo com o programa e com aquilo que é preconizado para o ensino da Matemática, coexistem com ideias mais tradicionais, como a valorização do cálculo por si só. Contudo, uma discussão e análise reflectida do trabalho a realizar, parece favorecer uma atitude mais consistente com as novas metodologias de ensino.

Como o grupo havia manifestado alguma dificuldade na preparação das primeiras aulas do capítulo de Geometria do 10º ano, propus a análise de três tarefas^{vi} como possibilidades a incorporar na planificação: *Poliedros* — uma tarefa cujo objectivo é chegar a uma definição fundamentada para poliedro regular, partindo da definição de polígono regular; *Poliedros regulares* — uma tarefa que pretende chegar à descoberta dos cinco poliedros regulares, bem como à justificação da inexistência de mais poliedros em tais condições; *Cortes num cubo* (já prevista pelos estagiários) — em que se propõe o estudo das diferentes secções do cubo produzidas por um plano. Estas tarefas não foram analisadas no momento porque os professores manifestaram a necessidade de as estudarem antes da sua discussão. No entanto, Pedro registou de imediato a sua preocupação relativamente ao tempo que essas tarefas poderiam tomar, já que o grupo disciplinar tinha decidido que o programa devia ser cumprido “custe o

que custar”. Por esse motivo, sempre que se pensavam alterações, Pedro fazia as contas ao número de aulas, merecendo ser por isso apelidado de “contabilista do grupo” pelas suas colegas. Naturalmente, esta preocupação gerou uma discussão sobre o cumprimento do programa, procurando analisar os aspectos valorizados e descuidados de uma e de outra forma (com ou sem este tipo de actividades) para tentar chegar a uma solução de equilíbrio.

Mais tarde, depois desta reunião em que foi analisado o primeiro esboço de planificação, os estagiários surgiram ainda com uma proposta para trabalhar as relações métricas, inspirada num problema sobre o triângulo de Sierpinsky que consta de outro manual, e que envolvia o trabalho com o *software* dinâmico de geometria *Geometer's Sketchpad* (GSP). Esta iniciativa, inteiramente da responsabilidade do grupo, representa, por um lado, mais um repensar no trabalho a desenvolver com os alunos — há redefinição de estratégias em que se substitui um trabalho mais rotineiro (o tratamento das relações métricas cingia-se anteriormente ao treino de radicais) por actividades que favorecem o raciocínio matemático. Por outro lado, a introdução desta tarefa representa alguma disponibilidade dos estagiários para investirem em metodologias inovadoras, em que os próprios sentem maior insegurança.

Numa das primeiras reuniões que realizámos, foi discutido o subcapítulo “Investigações na aula de Matemática” do livro *Histórias de Investigações Matemáticas*, de Ponte et al. (1998). Neste texto é discutida a noção de investigação matemática, bem como a preparação e realização de aulas de investigação. No momento em que o referido texto foi trabalhado, os estagiários já tinham experimentado esta metodologia nas suas turmas de 10º ano, muito embora, numa fase muito inicial.

Entre os vários aspectos discutidos a partir deste texto, destaco a análise da noção de investigação e dos processos que esta actividade envolve. Nesta discussão, os professores estagiários participaram activamente, mostrando ter já interiorizado algumas ideias sobre o assunto. Por exemplo, Pedro manifestou algum espírito crítico ao questionar se não existiria uma contradição entre a ideia de investigação e a sugestão dos autores de que o professor deve ter objectivos bem definidos quando propõe este tipo de tarefas aos alunos. Também Ana criticou o facto de muitas tarefas conduzirem os alunos à procura de regularidades, transformando esta actividade em algo mais próximo de um exercício, em que os alunos já sabem o que devem fazer. Curiosamente,

uma crítica semelhante é feita por Mason (1996) ao descrever a tendência que este tipo de trabalho assumiu em Inglaterra. Contudo, no que diz respeito à discussão sobre os processos matemáticos envolvidos numa investigação, notou-se uma certa dificuldade por parte dos professores em falar sobre eles ou mesmo identificá-los a partir de um exemplo de uma actividade já realizada. Esta dificuldade evidencia alguma in experiência dos professores nesta actividade mas, sobretudo, na reflexão sobre a própria actividade.

Finalmente, destaco ainda que a discussão relativa à preparação e condução de aulas revelou a necessidade de os professores fazerem a ligação das ideias do texto à sua própria experiência, por forma a lhes dar sentido. De facto, os seus comentários cingiram-se aos aspectos que eles próprios reconheciam como problemáticos na sua prática, tais como a integração das tarefas no currículo ou o papel que o professor deve desempenhar durante as aulas.

As reuniões de preparação de aulas de investigação

Na segunda reunião, a preparação das aulas em torno das tarefas *Poliedros* e *Poliedros regulares* que tinham ficado por analisar anteriormente mereceram particular atenção. Relativamente à primeira, os professores não manifestaram dúvida relativamente à definição adoptada para poliedro regular, o seu problema consistia antes em saber o que fazer às definições construídas pelos alunos — por que é que umas parecem melhores do que outras? se não podemos considerá-las erradas então como apresentar uma como certa? como discutir estes aspectos com os alunos?... Como referiu Margarida, “quando há um teorema, há uma justificação, aqui não sei...”. Ou seja, a dificuldade consistia em encontrar uma forma de trabalhar o conceito de definição, um aspecto transversal da Matemática, e não tanto aquela definição em particular. Analisámos então como poderia ser feita a discussão das definições construídas pelos alunos, de modo a que estes compreendessem que apesar de se tratar de não se tratar de um teorema, uma definição não é estabelecida arbitrariamente, existem justificações matemáticas para se adoptar uma em vez de outra. Quanto à tarefa *Poliedros regulares*, foram também analisados os aspectos potencialmente interessantes a serem trabalhados com os alunos. Também aqui os professores tiveram dificuldades. Para além da descoberta dos cinco poliedros regulares que a tarefa propõe, era

necessário trabalhar com a turma no sentido de chegarem à conclusão, ou pelo menos perceberem, a inexistência de mais sólidos com tais características. Para isso, era necessário produzir justificações e a forma como isso poderia ser trabalhado com os alunos, também constituiu um ponto sensível.

Portanto, pode-se dizer que as primeiras dificuldades que surgiram na preparação das aulas em torno destas tarefas, foram relativas aos aspectos da natureza da Matemática que nelas estão subjacentes. As definições são tradicionalmente apresentadas e não construídas pelos alunos e, por esse facto, dificilmente se geram discussões como a anterior. Com as demonstrações já não se passa o mesmo, pelo menos a partir de um certo nível de ensino. No entanto, elas revestem-se habitualmente de um certo formalismo passando poucas vezes por níveis intermédios, como a apresentação de uma justificação. Talvez sejam estes os motivos para as dificuldades encontradas pelos professores estagiários.

Quanto à organização das respectivas aulas, haviam apenas dois aspectos claros para os três professores: haveria uma ficha com o enunciado e os alunos deveriam trabalhar em grupos, pois estas tarefas prestam-se à troca de opiniões. Não houve qualquer menção relativamente a uma apresentação oral do trabalho a realizar pelos alunos, nem sobre uma discussão na turma, duas fases que foram sugeridas por mim.

A primeira investigação — Quadrados com fósforos, 7º ano

Os ciclos de trabalho de preparação de aulas com investigações, sua realização (e observação) e discussão (com base em relatórios) iniciaram-se ainda no primeiro período, no 7º ano, com a tarefa *Quadrados com fósforos*. Esta proposta foi a seleccionada pelos professores de entre um conjunto de tarefas que eu lhes havia apresentado pois, segundo Pedro, era aquela que lhes parecia menos abstracta e em que havia algo que todos os alunos podiam realizar — a contagem dos fósforos. Outro motivo que justificou a escolha foi a maior proximidade com os conteúdos leccionados (no caso, do capítulo *Conhecer melhor os números*). Mesmo assim, depois de uma análise individual e cuidada da tarefa, o grupo mostrou-se muito céptico relativamente ao seu sucesso. Na reunião de preparação das respectivas aulas, a primeira coisa que explicitaram foi a grande insegurança que sentiam, a qual foi manifestada por Margarida em nome do grupo: “Estamos com muito medo!”. Segundo os professores,

este receio derivava de experiências anteriores em que os alunos reagiram negativamente a tarefas que eles consideravam ser potencialmente cativantes. Deram como exemplo, um jogo utilizando um dominó sobre conjuntos ao qual os alunos não aderiram. As suas expectativas eram por isso muito más e, apesar de estarem dispostos a arriscar, como fizeram questão de esclarecer, pretendiam ter outra tarefa “em manga” para o caso daquela não funcionar.

Começámos por analisar a resolução da tarefa. Cada estagiário tinha trabalhado nela isoladamente, contudo, as suas abordagens tinham resultado todas no mesmo: a identificação de uma fórmula que relacionasse a medida do lado do quadrado com o número de fósforos necessário à sua construção. Segundo o que disse Pedro, não foi nada imediato encontrar a tal relação e, também por isso, pensou “bom, se nós não conseguimos fazer isto à primeira, vai dar um bocado de luta...”. Confrontámos então as suas resoluções com a que eu própria tinha realizado e que previa várias abordagens, tendo em conta possíveis caminhos que os alunos poderiam seguir. Este confronto surpreendeu bastante os estagiários pelas diferentes possibilidades de resolução que foram levantadas e teve efeitos muito positivos: por um lado, puderam ver formas de resolução mais informais, sem utilização de variáveis, e que lhes pareciam mais próximas daquilo que os seus alunos conseguiam fazer; por outro lado, estas resoluções apontavam para algumas formas de apoio que poderiam fornecer aos alunos. Ainda do ponto de vista da exploração matemática, apontei um prolongamento possível da investigação e propus aos professores que ficassem a pensar noutros.

A etapa seguinte foi a preparação do apoio que os professores poderiam dar aos seus alunos na fase em que estes estariam a realizar a investigação. Este é o aspecto que mais preocupa o grupo pois, por um lado, desejam garantir o sucesso do trabalho dos alunos e por isso fazer o melhor para os ajudar, e por outro lado, têm consciência de que essa ajuda não deve ser no sentido de dirigir a investigação ou fornecer-lhes resoluções. Portanto, embora os três professores tenham opinião formada sobre qual deve ser o seu papel (já expressa durante a discussão do texto), sabem também que o seu desempenho é difícil. No caso particular desta tarefa, essa dificuldade foi, segundo Ana, agravada pela pobreza da exploração matemática que fizeram e que lhes impedia de imaginar a ajuda que podiam prestar aos seus alunos. Assim, na tentativa de atenuar este problema, foram levantadas algumas pistas possíveis e discutiu-se a sua adequação.

Relativamente à organização da aula, os estagiários mantinham a ideia de organizar os alunos por grupo e pedir um relatório conjunto a entregar no final da aula que, em princípio, ocuparia apenas 50 minutos. Margarida avançou com a proposta de fazer uma introdução explicando o tipo de trabalho a desenvolver, já que seria a primeira vez que os seus alunos o iriam realizar. Esta ideia foi bem aceite e estudámos a forma de a fazer. A mesma professora sugeriu também uma discussão no final. No entanto, também não estava nada claro qual deveria ser o seu formato, pois a própria Margarida perguntou se deveria ser ela ou os alunos a falar do trabalho realizado. Esta dúvida conduziu-nos à discussão dos objectivos desta fase final, colocando a ênfase no desenvolvimento dos alunos da capacidade de comunicar ideias matemáticas, o que naturalmente sugere que eles devem assumir um papel importante na discussão, apresentando a sua investigação e comentando a dos colegas. Pedro mostrou-se reticente quanto ao sucesso deste protagonismo, explicando que os seus alunos não gostam de ir ao quadro, mas apesar disso mostrou-se disposto da experimentar.

No fim da reunião perguntei aos professores se queriam preparar uma outra tarefa para ter “em manga” como inicialmente tinham sugerido, ao que responderam que já não viam necessidade. Ao invés, pediram-me que lhes deixasse a exploração da tarefa que tinha feito.

Vários aspectos se evidenciaram nesta reunião. O primeiro foi a insegurança sentida pelos professores e denunciada por eles próprios. Inicialmente, esta insegurança parece estar associada sobretudo às fracas expectativas que os estagiários têm relativamente às capacidades e motivação dos seus alunos. No entanto, esta reunião conjunta denunciou ainda um outro aspecto determinante para a sua segurança — o conhecimento matemático associado à realização de investigações. Como os próprios professores admitiram ao verem o produto da minha investigação, a exploração matemática que tinham feito foi bastante limitada e, mesmo assim, deu-lhes algum trabalho. Este facto, certamente associado à pouca experiência nestas actividades e à falta de atitude investigativa referida por Ana, é um dos aspectos que contribui para as fracas expectativas relativamente ao trabalho dos alunos, já os professores esperam sempre desempenhos muito inferiores aos seus. Mas, mais do que influenciar as suas atitudes, o conhecimento matemático dos professores desempenha também um papel importante na preparação das aulas de cunho investigativo. Este facto ficou patente

nesta experiência pois, por terem reduzido a investigação à descoberta de uma fórmula — algo que é muito complicado para alunos do 7º ano —, os professores não conseguiam imaginar como poderiam ajudar os seus alunos, que questões lhes poderiam colocar, como discutir os seus trabalhos. Ou seja, o conhecimento didáctico associado à realização de aulas com investigações parece depender em grande medida da experiência e conhecimento matemático dos professores, o que eles próprios reconhecem.

Relativamente ao conhecimento didáctico ligado à preparação das aulas investigativas, nesta fase inicial os professores estagiários parecem começar a reconhecer a importância que a fase introdutória pode assumir e a forma que pode tomar. No entanto, é a fase de realização da actividade, e especificamente a preparação do apoio que dão aos alunos, que absorve as suas atenções. A fase de discussão não parece muito clara quanto ao seu papel e à forma que pode assumir.

A segunda investigação — Investigação sobre funções polinomiais, 10º ano

A segunda investigação que foi preparada em conjunto, observada e discutida, realizou-se durante o segundo período, nas turmas de 10º ano, no âmbito do capítulo de funções. Nesse sentido, fizemos uma reunião em que foi discutida uma planificação global do tema, à semelhança do que havia sido feito para o período anterior. Ao contrário da primeira experiência, os professores traziam já ideias concretas sobre possíveis investigações, enquadrando-as no seu plano de trabalho. Para além destas actividades, o grupo apresentou também ideias para outras tarefas a realizar com os alunos, parecendo mais seguro das suas opções. Porém, os professores começam também a enfrentar outras dificuldades que lhes causam dilemas. Uma delas é a escassez de tempo para realizar o trabalho que pensam ser indispensável. Como não conseguiram cumprir o calendário pensado para o primeiro período, este estendeu-se para o segundo com a consequente redução do número de aulas disponíveis para o tratamento do capítulo de funções. Para além disso, os professores começam a denunciar lacunas que os seus alunos têm relativamente a pré-requisitos e que os obrigam a dispensar algum tempo não previsto inicialmente. Pedro ilustra esse problema com algumas situações: há casos em que sente a necessidade de dispender tempo para ensinar conteúdos que são claramente necessários para o ensino de outros — por

exemplo, a resolução de equações (que os seus alunos parecem não saber) para o tratamento das inequações do 2º grau — , mas também, mesmo quando não parecem muito explícitos os pré-requisitos, há lacunas no conhecimento dos alunos que provocam uma certa lentidão — como no caso do aluno que insistia ter um problema na calculadora quando o gráfico dava um erro, tudo por ter um domínio em que o $x_{\min} > x_{\max}$. Estas dificuldades desencadeiam um dilema relativamente ao tipo de trabalho a valorizar: actividades mais abertas, que atendem ao desenvolvimento de capacidades e atitudes, ou um trabalho mais dirigido e rotineiro, cobrindo (pelo menos aparentemente) mais rapidamente os conteúdos e dirigindo-se mais directamente às dificuldades manifestadas pelos alunos.

Muito embora o grupo se apresentasse já com uma proposta de investigação, as suas ideias relativamente à concretização em aula eram muito ténues. Os estagiários pretendiam que os alunos investigassem famílias de funções polinomiais e, para isso, sugeriram formular a tarefa oralmente, dizendo simplesmente para investigarem as funções polinomiais do 1º, 2º, 3º e 4º graus. No entanto, esta forma extremamente aberta de apresentar a tarefa aos alunos não era genuinamente deles, mas sim de Filomena, a sua orientadora da escola. Na verdade, esta sugerira-lhes aquela abordagem e confrontou-os com relatórios de alunos seus que ilustravam um trabalho bastante positivo e que impressionou o grupo. Discutimos então a adequação de uma proposta muito aberta às turmas em causa, sem hábitos de trabalho investigativo, e chegámos a uma solução alternativa: propor uma tarefa mais estruturada para investigar a função afim, indicando parâmetros a variar, seguindo-se uma outra propondo um estudo para funções do 2º, 3º e 4º graus (aspecto do gráfico, zeros, concavidades, ...), mas sem especificar o processo. Entre estas, a família das funções quadráticas seria depois aprofundada, procurando que os alunos estabelecessem relações entre a parábola e a função definida por uma expressão da forma $y = a(x-h)^2 + k$. Portanto, os professores acabaram por subdividir o estudo em três tarefas, aumentando progressivamente o grau de liberdade dos alunos no processo de investigação.

Quanto à organização da aula, os professores prevêm já três fases — introdução da tarefa, realização pelos alunos e discussão na turma. No entanto, a primeira e a última continuam a ser ainda um pouco desvalorizadas, talvez por não reconhecerem ainda o seu papel na dinâmica da aula e na aprendizagem dos alunos. Por exemplo, a

última tarefa propunha o estudo da parábola a partir da expressão $y=a(x-h)^2+k$, o que sugeria uma explicação sobre a mudança do tipo de expressão a usar (até à altura $y=ax^2+bx+c$). Porém, os professores colocaram uma simples frase na ficha dizendo que a expressão $y=ax^2+bx+c$ seria equivalente a uma do tipo $y=a(x-h)^2+k$, com $h=-b/2a$ e $k=c-b^2/2a$, não contemplando na introdução uma explicação mais aprofundada sobre essa equivalência, nem sobre os motivos que levavam à mudança de expressão. Também na discussão, pensaram não dispensar muito tempo já que as conclusões seriam muito semelhantes e o confronto não desencadearia troca de ideias e argumentos.

Mais uma vez, a preparação das aulas de investigação centrou-se no papel a desempenhar pelos professores durante a fase em que os alunos realizam a investigação. No entanto, nesta tarefa os professores não se detiveram tanto com as questões matemáticas, parecendo dominar bastante melhor o conteúdo matemático do que em tarefas anteriores. Talvez por isso, o grupo não colocou grandes dúvidas relativamente à forma de reagir perante possíveis dificuldades (no conteúdo matemático ou no processo investigativo) que os alunos evidenciassem. As suas atenções dirigiram-se desta vez sobre um novo elemento: a utilização da calculadora gráfica. O recurso a este meio tecnológico é do agrado dos três professores, muito embora seja motivo de maior insegurança, o que é referido sobretudo por Margarida e por Ana que mencionam também a importância do apoio prestado por Filomena. Assim, a par da preparação da investigação propriamente dita, o grupo investiu também na preparação da utilização da calculadora gráfica.

A terceira investigação — Números em escada, 7º ano

A última investigação que cumpriu o ciclo de trabalho preparação – realização – discussão intitula-se *Números em escada*, foi pensada para o 7º ano e levada a cabo no 3º período. A reunião de preparação das aulas teve um primeiro momento de exploração da tarefa, seguida da planificação das aulas propriamente ditas. A exploração matemática foi inicialmente realizada de forma individual, intercalando a partir de certa altura com momentos de troca de ideias. O confronto das investigações dos três professores evidenciou abordagens bastante diferentes. Pedro e Margarida começaram logo por tentar encontrar expressões geradoras para os números que se podem escrever como soma de 2, 3, 4, ... números consecutivos, mesmo sem recorrer à análise de alguns

casos. Porém, enquanto que Margarida passou a gerar alguns dados para poder testar as suas expressões e como forma de encontrar outras, Pedro procurou prová-las de imediato, envolvendo-se em raciocínios bastante complexos. Ao contrário dos seus colegas, Ana começou por gerar números em escada e analisá-los como forma de chegar a regularidades entre os números ou a expressões geradoras. No entanto, depois de perceber que Margarida e Pedro tinham usado estratégias diferentes, procurou mudar a sua, mostrando no entanto algumas dificuldades.

Ao longo da actividade, Pedro pareceu estar bastante absorvido pelo trabalho. Os registos na sua folha — cheios de expressões numéricas, apenas com alguns valores soltos — eram muito diferentes dos registos de Margarida e de Ana; Pedro tratou a situação como se de Matemática “pura e dura” se tratasse. Margarida prosseguia bastante desembaraçada, quando viu que não evoluía muito usando apenas a álgebra, mudou de estratégia, passou a criar e organizar vários dados por forma a chegar a regularidades. Durante a investigação nunca esteve parada, mostrou sempre iniciativa para abordar a situação de alguma forma. Ana, pelo contrário, parava várias vezes, parecia hesitar sobre o que fazer. A mudança de estratégia que efectuou durante a investigação foi mais por influência dos seus colegas do que resultado de uma necessidade sua. Foi a única que desenvolveu a sua investigação de um modo mais próximo daquele que os alunos habitualmente usam, sem que isso correspondesse a uma preocupação sua. Os três estagiários desenvolveram a investigação da forma que lhes era mais natural, sendo esse aspecto muito óbvio no caso de Pedro que enveredou por caminhos que os seus alunos jamais utilizariam, imprimindo um grau de dificuldade à investigação apenas pelo prazer que lhe dava. De qualquer forma, depois de cada um seguir a sua abordagem e trocarem ideias, aconselhei-os a pensarem um pouco na eventual abordagem dos alunos, gerarem alguns casos de números que podem ser escritos como soma de 2, 3, 4, etc. números consecutivos e analisarem regularidades, para poderem prever outras respostas.

Ao contrário da primeira investigação, os estagiários não mostraram tanta necessidade de preparar em pormenor o que podiam dizer aos alunos, parecendo confiar mais na sua capacidade de, espontaneamente, responder adequadamente às suas questões e ajudá-los de forma positiva. Aliás, a preocupação com o apoio a fornecer aparece agora também ligada à gestão do tempo e do espaço: os professores pretendem

dispor de mais tempo para estar junto de cada grupo e, por isso, resolveram usar as aulas de turno (em que só têm metade da turma) para atingir esse objectivo. Quanto à introdução da tarefa, o grupo propôs ir além das referências à organização do trabalho dos alunos (trabalho de grupo, duração da investigação, realização de relatórios,...), entrando directamente no conteúdo da tarefa, por exemplo, construindo com a turma alguns exemplos de números em escada. No que diz respeito à apresentação e discussão de resultados, analisaram-se algumas questões potencialmente interessantes para promover a troca de ideias.

Nesta última reunião de preparação de aulas investigativas, foi possível observar que, do ponto de vista matemático, os estagiários abordam a tarefa de uma forma mais segura, sobretudo no caso de Margarida e de Pedro, recorrendo a diferentes estratégias (mais condizentes com o gosto e a experiência de cada um), incorporando processos mais informais, quando comparado com o seu desempenho na tarefa *Quadrados com fósforos*. Também do ponto de vista da preparação das aulas, o grupo pareceu muito mais autónomo, não manifestou tanta necessidade de preparar todos os pormenores e antecipar os vários cenários, parecendo confiar mais na sua capacidade de resposta no momento. A fase inicial de apresentação da tarefa e discussão final apareceram agora muito mais valorizadas, e as ideias sobre como gerir esses momentos surgiram naturalmente.

O balanço do trabalho realizado

No fim do ano, ao analisarem o trabalho realizado e o percurso que fizeram, os três professores estagiários fazem um balanço global bastante positivo. Passados apenas dez meses desde o início do seu trabalho como professores, recordam algumas reacções que manifestaram na altura e consideram-nas até caricatas, como se fosse algo que pertencesse a um passado longínquo, numa fase em eram muito diferentes. Pormenores como as frases todas tremidas que escreviam no quadro ou a enorme preocupação sentida por não se ter assinado o sumário do dia anterior, são agora motivo de gracejo. Os seus testemunhos sugerem um sentimento comum de que o ano de estágio constituiu um momento nas suas vidas pessoais e profissionais de grande aprendizagem, mas há também o reconhecimento por parte dos três professores de que muito mais há para aprender. Esta aprendizagem diz respeito a aspectos tão genéricos como o próprio

significado do que é ser professor, mas abarca também tarefas específicas, como é o caso da preparação e condução de aulas de trabalho investigativo.

No que se relaciona com o trabalho desenvolvido neste campo, Margarida, Pedro e Ana destacam três aspectos: a importância do trabalho colaborativo desenvolvido no seio do núcleo, a evolução na sua forma de encarar as investigações e o seu próprio desempenho em aulas com este tipo de tarefa.

O trabalho colaborativo que foi desenvolvido em conjunto comigo enquanto orientadora teve, segundo eles, várias vantagens: a preparação das aulas mais cuidada e com melhor qualidade, o que aumentou a confiança com que os professores as enfrentavam; a observação de situações diferenciadas através da assistência e participação nas aulas dos colegas; o apoio na gestão dessas mesmas aulas; um aprofundamento das reflexões a partir das discussões que foram promovidas.

Analisando a sua própria evolução, os professores reconhecem que passaram a encarar as actividades de investigação de forma diferente. Por um lado, atribuem-lhes agora uma maior importância, por outro, sentem menos receio na sua implementação em aula. Paralelamente, também consideram que não só compreendem melhor qual o papel do professor em aulas de trabalho investigativo, como os seus desempenhos se aproximaram mais desse papel.

Conclusão

Como os próprios estagiários indicaram no balanço que fizeram, o trabalho cooperativo assumiu, neste núcleo, uma importância determinante nas suas aprendizagens. Para isso contribuiu, naturalmente, a amizade já existente entre os estagiários, mas também a sua disponibilidade para me exporem ideias, dúvidas ou inseguranças que os assaltavam, bem como para aceitar sugestões. Desde o início que Margarida, Ana e Pedro manifestaram vontade de investir no seu trabalho, encarando o estágio como um empreendimento comum e uma fase privilegiada para aprender.

As primeiras reuniões revelaram algumas dificuldades dos professores no que diz respeito à planificação de aulas e que, aparentemente, se devem a vários factores: inexperiência na realização dessa tarefa, falta de sentido crítico na análise do programa ou deficiente compreensão do mesmo, dificuldades no campo da Geometria e falta de

experiência matemática na resolução de problemas (o primeiro tópico no capítulo de Geometria do 10º ano). Assim sendo, o manual surgiu como um suporte importante que os professores usaram na construção da planificação da unidade, mesmo estando, em vários aspectos, discordante com as orientações do programa. Este facto deixou também patente a importância que a interacção com a orientadora pode assumir. Na altura, bastou questioná-los sobre a coerência entre a planificação e o programa para desencadear uma análise mais atenta e consequente reformulação.

Não obstante, logo de início o grupo mostrou valorizar as situações problemáticas como uma abordagem que favorece a construção do conhecimento pelos alunos e mostrou ter algumas ideias relativamente à forma de as utilizar em aula. No entanto, é necessário reconhecer que a utilização deste tipo de estratégias representa um esforço dos professores contra a imagem que possuem do professor como transmissor de conhecimentos, herdada de uma longa experiência de alunos.

A preparação das aulas de investigação constituiu uma situação que os professores exploraram sobretudo de duas formas: na resolução da tarefa e na preparação do apoio a fornecer aos alunos. A resolução das tarefas mostrou que o grupo abordou as investigações recorrendo a um leque de estratégias reduzido e com uma tendência notória para a utilização de processos mais formais. Este facto contribuiu para as expectativas negativas que inicialmente manifestaram sobre o trabalho dos seus alunos e dificultou bastante o trabalho de preparação e condução da aula. Assim, a exploração das tarefas em conjunto comigo foi determinante para que os professores passassem a estar mais familiarizados com as investigações e foi, também, extremamente importante para o aumento da sua segurança.

A preparação do apoio a prestar aos alunos ocupou uma parte significativa da preparação das aulas de investigação, especialmente no início em que havia necessidade de preparar com mais detalhe as sugestões que poderiam ser dadas. Porém, ao longo do tempo, os estagiários foram libertando-se desta necessidade e, em contrapartida, passaram a prestar mais atenção à preparação das fases de introdução da tarefa e apresentação e discussão de resultados, fases que inicialmente negligenciaram.

VI. Margarida

Margarida tem 22 anos e vive na margem sul do Tejo com os seus pais, irmã e avó. Embora se defina como sendo um pouco reservada, facilmente estabelece uma relação de empatia com os outros e ultrapassa a sua timidez inicial. Depois disso, é uma jovem bastante espontânea, que fala abertamente das suas ideias, dos seus receios e desejos, depositando até uma dose considerável de confiança nos outros. Nos estudos ou no trabalho é uma pessoa bastante responsável e aplicada, para quem os fracassos não são, de todo, tomados de ânimo leve.

Margarida sempre pensou ser professora. Desde muito nova que a ideia de ensinar, associada à ideia de ajudar os outros, a atrai muito. A escolha do ensino foi por isso muito clara desde o início, enquanto que a opção pela Matemática aconteceu mais tarde, quando percebeu que esta era a sua disciplina favorita. Ainda esteve hesitante entre a Matemática e a Química, mas as melhores perspectivas de uma carreira como professora de Matemática e o gosto que sempre teve pela primeira prevaleceu. Foi assim que se candidatou, em primeiro lugar, ao curso de Ensino da Matemática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em que veio depois a ingressar para se tornar professora de Matemática.

Estas são as motivações apresentadas por Margarida. Contudo, das suas palavras podemos perceber também que aquilo que lhe parece fascinar mais na profissão é mesmo o seu carácter relacional. Este aspecto é perceptível pela forma como fala do seu passado de estudante e dos professores que a influenciaram:

“Gostei muito dele, ele era um professor muito exigente mas cativava os alunos. Pelo menos cativou-me a mim. [...] Tive professores de quem gostei muito e então pensava seguir-lhes os passos.”

“Em especial uma professora, eu gostei muito. Uma professora que tive no 10º e no 11º ano [...] ela promoveu algumas actividades lá na escola e como eu gostava muito dessas coisas ajudava-a e então passava muito tempo com ela [...] às vezes reuníamos, outras vezes ficávamos a falar no fim da aula... E depois talvez por causa disso, fiquei assim muito à vontade com a

professora. E depois era uma pessoa que se importava com os alunos, se eles realmente compreendiam [...] eu gostava muito dela.” (1ª entrevista)

A qualidade das relações humanas é, de facto, algo extremamente importante para Margarida, naturalmente não só no que respeita aos professores, mas também aos colegas. Essa importância é bastante evidente quando fala da dificuldade que sentiu em adaptar-se à faculdade e que resultou, em boa parte, do vazio que caracterizou muitas das relações que se estabeleceram entre si, os professores e colegas:

“No primeiro ano não me correu muito bem, chumbei logo nos exames todos de primeira época [...] foi um grande choque porque eu sempre tive um bom relacionamento com os professores [...] vi uma turma que era, não era uma turma, era um horário. Podia estar sentada num anfiteatro com uns colegas e depois noutra disciplina já eram outros [...] E depois achava também... mesmo os outros professores não se importavam muito connosco, não queriam saber, davam a matéria e acabavam, iam-se embora...” (1ª entrevista)

Depois de um começo difícil, Margarida adaptou-se ao novo ambiente. Teve professores e disciplinas de que gostou mais e outras menos. Entretanto, a relação com a Matemática que trazia dos tempos de escola alterou-se profundamente. O “sistema” e a dificuldade do curso foram responsáveis por um forte golpe na sua auto-confiança, já que se esforçava bastante sem, contudo, se ver recompensada. Sem pôr em causa a formação matemática sólida que pensa ser necessária, considera que o grau de dificuldade da generalidade das disciplinas “é um bocado exagerado, porque há muitas coisas que puxam muito por nós”. Para além disso, há algumas disciplinas que pensa serem desnecessárias, pois não vê nelas qualquer utilidade para a sua futura profissão. Em contrapartida, encontra lacunas na cobertura de áreas fundamentais, como a geometria.

O contacto com a Matemática em algumas das disciplinas do quarto ano, nomeadamente, a Metodologia do Ensino da Matemática e Interdisciplinaridade Ciências-Matemática, reavivaram o seu gosto pela disciplina. Margarida recorda como experiências positivas o trabalho com materiais como o geoplano, com *software* educativo como o *Geometer's Sketchpad* (GSP), a resolução de problemas e enuncia mesmo o exemplo de uma investigação que a entusiasmou:

“Gostei por exemplo, uma que fizemos em ICM, gostei muito de uma com — aquilo é um bocado complicado para os alunos chegarem lá — com o

bilhar, porque é uma coisa que... eu até não gosto de bilhar, nunca gostei, mas gostei daquilo!” (1ª entrevista)

O entusiasmo com que fala destas experiências passa não só pelo tipo de actividades realizadas, mas também pela relação mais próxima que estabeleceu com alguns professores e que refere em várias ocasiões. Contudo, um aspecto que se revela determinante para a sua motivação é o grau de proximidade entre o conteúdo e as actividades das disciplinas e a sua actividade futura. Por isso, preferia ter tido uma maior formação nas disciplinas mais relacionadas com o ensino da Matemática e com a realidade escolar, do que noutras como História e Filosofia da Educação ou Sociologia da Educação, disciplinas que têm, na sua perspectiva, muito menos interesse.

Conhecimento matemático

O acompanhamento dos estagiários ao longo do ano permitiu conhecer alguns dos traços principais do seu conhecimento matemático e, em particular, da forma como ele é usado quando realizam problemas ou investigações matemáticas. Vejamos então como este conhecimento se caracteriza no caso de Margarida.

Durante a primeira entrevista realizada, Margarida falou da sua experiência e da relação com a disciplina ao longo da escolaridade. Já referi o seu gosto pela Matemática que foi decisivo na escolha do curso, bem como as dificuldades que veio depois a sentir para ter aproveitamento em várias das disciplinas. Mas a professora faz também uma auto análise dos conhecimentos que a licenciatura lhe proporcionou adquirir. Apesar de considerar que a sua formação foi demasiado exigente e que algumas das matérias contempladas são supérfluas, encontra também temas matemáticos importantes no currículo escolar e que representam graves lacunas na formação de um professor de Matemática. A geometria é, entre estes, o tema que aponta como a maior omissão. Como ela contou “sinto-me um bocado a vaguear na geometria” e por isso, teve de fazer um duplo esforço de preparação quando leccionou o capítulo de geometria ao 10º ano, pois primeiro tinha de aprender o que se pretendia ensinar. No fim do ano lectivo, quando sugeri a Margarida que comentasse a adequação da sua formação à prática de ensino, afirmou:

“Eu acho que o que nós aprendemos serve para nós termos uma bagagem para vermos as coisas com outros olhos, mas assim directamente não. Eu não sabia o que é que ia dar... eu digo sinceramente, eu tive muitas dificuldades na geometria. Eu passei, eu sei lá, tantas horas eu passei a tirar dúvidas, a encontrarmo-nos nos estudos. No início, e sei que agora ainda tenho, mas no início tinha muitas dificuldades de visualizar no espaço e assim essas coisas, eu sentia algumas dificuldades e eu não aprendi nada disso aqui na faculdade.” (última entrevista)

Outra área que Margarida sente que não é devidamente contemplada no currículo da licenciatura é as probabilidades. Uma breve experiência no 4º ano do curso mostrou-lhe como essa constitui mais uma lacuna na sua formação:

“Assim como penso que vou ter algumas dificuldades quando tiver que dar no 12º ano aquela parte das probabilidades, porque é uma coisa que eu me sinto ... eu lembro-me que eu e o Pedro quando fomos dar a aula a Santo António dos Cavaleiros e demos a aula ao 12º ano, nós éramos para dar as probabilidades. Nós tirámos fotocópias de livros de tivemos os dois juntos a estudar e tínhamos muitas dificuldades...” (última entrevista)

Estes são temas matemáticos cuja prática já revelou uma fraca preparação e por isso são referidos pela professora. Porém, de uma maneira geral, a maior crítica que Margarida faz à formação matemática que recebeu na faculdade é a de estar ultrapassada, ou seja, não se adequar às necessidades que os professores sentem com os programas que têm de leccionar:

“Porque é assim, eu acho que a faculdade ... os programas mudaram, as coisas mudaram. Isto eram coisas que não se davam tanto ênfase e isto continua na mesma, não acompanhou...” (última entrevista)

No que diz respeito ao conhecimento matemático associado à realização de investigações que Margarida possui, há alguns indicadores que permitem caracterizá-lo. Desde logo, a formação que recebeu no ensino básico e secundário não parece ter contribuído significativamente para esse conhecimento, já que a professora não recorda a realização de actividades com alguma afinidade com as investigações. É apenas durante a licenciatura que a professora regista a sua iniciação neste tipo de actividades. Na formação que as cadeiras de Matemática proporcionaram, a realização de demonstrações parece ser a única forma de trabalho em que se envolveu e que reconhece como fazendo parte do trabalho investigativo, mas é nas disciplinas de Metodologia do Ensino da Matemática e Interdisciplinaridade Ciências-Matemática que

situa as suas primeiras investigações. Os testemunhos da professora sobre as suas experiências investigativas transmitem uma visão significativa sobre a sua destreza na realização deste tipo de actividades. As dificuldades que na altura sentiu serviram para compreender a reacção dos seus alunos:

“... se calhar também pode ser de não estarem habituados... Eu lembro-me da primeira vez, não sei se foi em Metodologia se foi em ICM, os primeiros problemas, bom a gente teve ali que tempos! Lembras-te Pedro? Mas depois para o fim as coisas já iam surgindo...” (discussão das aulas)

Portanto, quando Margarida iniciou o ano lectivo já tinha realizado algumas experiências investigativas, sobretudo no ano anterior, experiências de que parece ter gostado muito embora esteja consciente das dificuldades que sentiu. De qualquer forma, a professora tinha também sentido uma evolução no seu desempenho que a deixava optimista.

Com a preparação das aulas de investigação, que naturalmente implicou a exploração das actividades pelos professores, foi também possível aceder ao conhecimento que estes faziam intervir enquanto realizavam as actividades. Vários dos aspectos então detectados já foram referidos anteriormente no Capítulo V, quando se referiu às reuniões de preparação das aulas de investigação, nomeadamente no que diz respeito às tarefas *Quadrados com fósforos* e *Números em escada*, ambas realizadas no 7º ano. De qualquer forma, apresento em resumo os aspectos mais significativos do conhecimento exibido por esta professora aquando da sua exploração.

Margarida mostrou um desembaraço muito diferente no que diz respeito às duas tarefas atrás referidas, muito embora elas sejam relativamente semelhantes — ambas envolvem a exploração de números e regularidades, com possibilidade de enunciar leis de formação ou fórmulas. De facto, a exploração realizada com a tarefa *Quadrados com fósforos*, no primeiro período, conduziu apenas à elaboração de uma fórmula algébrica e parecia difícil à professora imaginar outra forma de exploração que não fosse aquela, o que foi aliás comum aos restantes elementos do grupo. Ao contrário, a investigação que desenvolveu no âmbito da tarefa *Números em escada*, já no terceiro período, revelou uma flexibilidade bastante maior de processos utilizados, que variaram entre os mais informais, como gerar alguns casos e generalizar a partir da simples observação, e outros mais formais, como a resolução de questões algebricamente. Em qualquer dos

casos, Margarida mostrou iniciativa para recorrer às diferentes abordagens, revelando até uma certa segurança.

Para além da realização das investigações que seriam propostas aos alunos, os professores estagiários realizaram ainda a investigação *Sombras de um cubo*, uma tarefa que pode ser realizada no ensino secundário, e que envolve a determinação das sombras de um cubo produzidas por um foco de luz situado em qualquer ponto exterior ao cubo. Esta tarefa surgiu como resposta à necessidade dos estagiários se envolverem em mais actividades de investigação para, também eles, desenvolverem as capacidades que lhes possibilitassem abordar este tipo de propostas com maior segurança. A tarefa foi-lhes proposta antes das férias do Natal, deveria ser resolvida individualmente e dar origem a um relatório, mas ao fim de dois meses Ana e Margarida confessaram que não a conseguiam resolver sozinhas. Realizámos então uma reunião para explorar a tarefa, onde ficaram claramente expostas as suas dificuldades. No que diz respeito a Margarida, identifiquei problemas sobretudo ao nível da visualização dos objectos no espaço e sua representação no plano. Por exemplo, a professora teve muita dificuldade em desenhar uma vista de lado do cubo, com o foco de luz a situar-se a cima do ponto médio de uma aresta. Para além destas dificuldades, Margarida também não se mostrou hábil na organização e sistematização do processo de investigação. Por exemplo, no estudo das diferentes formas da sombra quando o foco de luz está por cima da face topo, não pensou em distinguir casos diferentes para orientar a sua investigação, as situações estudadas estavam misturadas e não obedeciam a uma lógica.

Apesar destas dificuldades, Margarida demonstrou alguma intuição que utilizou na formulação de conjecturas e facilidade em realizar provas analiticamente. Para além disso, parecia estar a apreciar o seu envolvimento na actividade, sobretudo porque estava a conseguir ultrapassar os obstáculos que não tinha conseguido sozinha.

Assim, do percurso de formação de Margarida, dos seus testemunhos e das investigações que realizou e a que tive acesso, parece-me que esta professora estagiária demonstra realmente algumas lacunas relativamente a conhecimentos e processos, sobretudo associados à geometria. Inicialmente, demonstrou também alguma insegurança na realização de investigações ou problemas. O recurso à álgebra, aliás a área onde a professora considera ter maior formação, era e provavelmente continua a ser, o meio privilegiado para resolver problemas. Porém, foi possível perceber que

gradualmente passou também a fazer uso da observação e intuição como forma de avançar na investigação. Resta referir que Margarida mostra prazer em aprender e quando se sente insegura relativamente a algum aspecto da Matemática investe na sua preparação, preferencialmente com a colaboração de um colega seu.

Atitudes

Nesta secção, será apresentada uma análise das principais atitudes que Margarida manifesta relativamente ao ensino da Matemática e, em particular, relativamente à realização de actividades de investigação na sala de aula. Esta análise focou-se especialmente na segurança manifestada pela professora relativamente a esta forma de trabalho, à valorização que lhe foi sendo atribuída e às expectativas que exibiu.

Atitudes relativas ao ensino da Matemática

As atitudes que Margarida manifesta relativamente ao ensino da Matemática e, em particular, à realização de actividades de investigação na sala de aula tornam-se evidentes em vários momentos do seu discurso. Em particular, o testemunho das suas experiências passadas enquanto aluna e dos motivos que a levaram a escolher ser professora de Matemática, de que dei conta anteriormente, são reveladores de algumas atitudes relativamente à profissão e à disciplina de Matemática. Mais concretamente, para si a ideia de aprender e ensinar envolve sempre, consciente ou inconscientemente, a relação entre o professor e os alunos, e este é um dos aspectos que mais valoriza. E se, por um lado, isso já é evidente numa fase em que ainda não tem experiência de ensino, por outro, a prática vai confirmar esta valorização. Aos poucos, a própria apercebe-se desta sua característica e, no fim do ano de estágio, quando lhe pedi para fazer o seu auto-retrato, a professora recorre às palavras da sua orientadora:

“A Filomena diz que eu sou a professora mamã... porque diz que eu, para tentar com que os alunos façam alguma coisa, dou-lhes umas pancadinhas nas costas e consigo... *vá lá, faz lá* e eles fazem [...] chegava às vezes a ralar com os alunos e aborrecia-me e houve uma vez que me exaltei mesmo, e fiz uns olhos e uma cara mesmo... mas depois olho para aquelas

pobres almas, sabendo os problemas que eles têm, dá-me um pouco de pena...” (última entrevista)

A importância que atribui às relações pessoais envolve, como já seria de esperar, os seus colegas de trabalho. Como já referi anteriormente, neste núcleo de estágio sente-se um apoio e uma cumplicidade entre os estagiários que se reflecte no seu trabalho e no bom ambiente que propiciam. Contudo, o enorme contraste entre as relações de trabalho dentro do núcleo e aquelas que são aparentes no restante grupo disciplinar e na generalidade dos professores da escola, não deixa de a entristecer:

“Eu acho que as reuniões, como estão os professores todos, podia-se aproveitar para se discutir outras coisas [...] custa-me um pouco ir para a reunião, por exemplo a de notas, e chegar ali *eu dou isto, eu dou aquilo...* [...] se não tivesse estado em estágio eu não tinha gostado tanto do trabalho entre os professores como agora. Porque eu via como era o trabalho dos professores de Matemática lá na escola, só quem estava a trabalhar em grupo éramos nós. Nós os três, sempre com a Filomena e mais nada. Os outros professores chegavam lá, davam as aulas e iam-se embora para casa.” (última entrevista)

Uma das tarefas com que Margarida inicia o seu trabalho de professora é a análise dos programas da disciplina de Matemática para os 7º e 10º anos. A forma como olha para estes documentos constitui também um indicador das suas atitudes relativamente ao ensino da Matemática. Inicialmente, diz valorizar as capacidades e atitudes, mas quando fala delas tem tendência para desligá-las da Matemática, relacionando-as antes com uma formação pessoal:

“Eu acho que primeiro que saber Matemática a pessoa tem que ser [...] a pessoa tem assim que se relacionar com os outros e estar assim aberto a ver outras coisas e então acho que isso [capacidades e atitudes] é muito importante, que a escola e pronto, a Matemática, faça algo para isso, para criar o aluno como pessoa. Claro que depois tem também de o instruir, terá que lhe transmitir os conhecimentos e essas coisas, mas eu acho que é muito importante mesmo essa formação, como pessoa.” (1ª entrevista)

Quando é solicitada para falar sobre as capacidades e atitudes relativamente à Matemática, a professora associa-as, quase exclusivamente, ao objectivo de “incitar o aluno a olhar a Matemática de outra maneira” e desenvolver o seu gosto pela disciplina. Estes objectivos são tidos como muito importantes e são referidos pela professora várias vezes ao longo do ano. Contudo, a própria Margarida admite que na sua análise do programa, não lhes deu atenção:

“Eu vou ser sincera, quando fui ver as coisas do programa fui ver mesmo a matéria que vinha no livro, ver se era isso mesmo que tinha de dar. Para ser muito sincera nunca liguei a esse... nessa parte [atitudes e capacidades] dei só assim mais... uma vista de olhos.” (1ª entrevista)

Como a própria professora afirma, o que realmente quis saber do programa foi “qual é a matéria que tem de se dar, o que é que os alunos no final do 10º ano têm de saber?”

No fim do ano, a visão da professora relativamente ao desenvolvimento das capacidades e atitudes dos alunos torna-se mais abrangente, passando a incorporar aspectos característicos da actividade matemática:

“Eu acho que [com as investigações] também trabalho um pouco os conteúdos e os conhecimentos, mas eu acho que ajuda muito para o aluno desenvolver as outras coisas, as capacidades: a maneira de argumentar uns com os outros, de testar conjecturas, de validar os raciocínios, eu acho que ajuda muito. Eu acho que isso é o principal.” (última entrevista)

Apesar do ensino que experimentou enquanto aluna ter sido sempre, como afirma, num estilo tradicional, Margarida mostra uma abertura considerável relativamente a metodologias inovadoras. Essa abertura torna-se visível, por exemplo, quando fala das suas expectativas para o estágio:

“Aprender muito, muito trabalho! Mas espero que me dê alguma bagagem para os anos que vêm a seguir. Gostava de experimentar, claro que não vou ser muito optimista e dizer que gostava de experimentar muitas coisas e fazer muitas coisas, mas gostava de fazer algumas que me dessem ideias para depois nos outros anos continuar a fazer outras.” (1ª entrevista)

Na prática, esta abertura que Margarida mostra para realizar actividades que considera inovadoras, está quase sempre associada a um sentimento de insegurança. Veja-se o caso da calculadora gráfica. Quando, no segundo período, os alunos começaram a realizar actividades utilizando este meio tecnológico, a professora indicou os seus receios:

“Depois de ultrapassada a questão da elaboração da actividade, eis que me deparei com outro problema: o uso da calculadora gráfica. Tendo apenas algumas noções básicas do seu funcionamento, sentia-me bastante insegura na sua utilização [...] não exagero se disser que passei horas na companhia da minha máquina de calcular gráfica. Experimentava, conseguia, acertava, errava, voltava a tentar...” (2º relatório)

Mas se a utilização da calculadora gráfica era algo que os professores tinham necessariamente de enfrentar, já que ela é obrigatória no ensino secundário, houve outros casos em que foram os professores que sentiram a necessidade de inovar. Em particular, a turma de Margarida de 7º ano constituía um desafio constante pela dificuldade que a professora sentia em motivar os alunos. Por isso, recorreu ao jogo nas suas aulas: “...a nossa primeira ideia ao fazer os jogos foi mesmo tentar cativá-los, ver se eles gostavam de estar nas aulas, se eles estavam a fazer aquilo com gosto” (última entrevista). Estes jogos continham conteúdos programáticos do 7º ano que de outra forma seriam tratados na forma de exercícios. Contudo, o conhecimento que já tinha dos seus alunos não sugeria um bom resultado desta metodologia: “se não tivéssemos dado o jogo e passássemos um aula inteira a fazer exercícios eu acho que os alunos não iam fazer, iam-se aborrecer”. Para além da motivação dos alunos, a professora reconhece ainda outras vantagens na realização de aulas deste tipo:

“Penso que os jogos também ajudam... porque o aluno está a jogar com outro, por exemplo, se um joga uma peça errada o outro tem de o corrigir, ao corrigir está a haver uma troca de conhecimentos, está ensinar o outro, eu acho que isso também é bom!”

Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na sala de aula

O foco principal do estudo das atitudes dos professores estagiários diz respeito à realização de investigações nas suas aulas. Esta metodologia de trabalho constitui-se como algo inovador, não só porque segue as mais recentes orientações para o ensino da Matemática, mas também porque Margarida reconhece que mesmo enquanto aluna não experimentou este tipo de ensino, a não ser em casos pontuais.

Na primeira entrevista, quando falávamos do programa, afirmou identificar no seu texto sobretudo a resolução de problemas e não tanto as investigações, muito embora lhe parecesse que alguns dos objectivos enunciados possam ser concretizados a partir deste tipo de actividades:

“Eu acho que as investigações, pronto, além de conseguir que o aluno apreenda outros conhecimentos, acho que são bons para cumprir estes objectivos que o programa, vá lá, propõe.” (1ª entrevista)

Neste testemunho é perceptível uma valorização das actividades de investigação que a professora reitera na retrospectiva que faz no final do ano. Porém, o reconhecimento da sua importância está associado a um sentimento de insegurança:

“Quando nos foi proposto realizar algumas actividades de investigação com os nossos alunos, acreditando nas suas potencialidades e no que com elas os alunos poderiam ganhar, adquirir e aprender, foi sem olhar para trás que me entusiasmei em propô-las, embora seja sincera ao dizer que senti algumas dificuldades e tinha alguns receios acerca da sua implementação. Não sabia nem fazia ideia da reacção dos alunos, tinha alguns receios acerca do meu próprio desempenho, o que no entanto foi sendo ultrapassado com as várias experiências deste tipo ao longo do ano.” (relatório final)

Este sentimento de insegurança está, como as suas próprias palavras indicam, relacionado com a reacção dos alunos: “tenho um bocado de receio que nestas investigações, e mesmo noutras coisas, se os alunos não chegarem ao sítio se desmotivem”. Isto, por sua vez, relaciona-se com o papel que pensa dever ter o professor: “eu acho que os alunos quando estão a resolver determinadas coisas, era bom que estivesse alguém por trás, que estivesse sempre ali, que pudesse estar sempre a ajudar...” (1ª entrevista).

A realização da primeira investigação no 7º ano expôs a grande insegurança já referida. Assim que iniciámos a reunião de preparação da tarefa *Quadrados com fósforos*, orientada por mim e em que estavam presentes os três professores estagiários, Margarida foi a primeira a prenunciar: “estamos com muito medo”. Este sentimento foi depois recordado por si e expresso no seu relatório:

“Foi aí, quando nos debruçámos mais perante a actividade de investigação, que comecei a pensar na reacção dos meus alunos, bastante fracos, desinteressados e sem quaisquer experiências deste tipo. Sendo assim, e sem qualquer problema em expor-lhe o que pensava, disse à professora Lina, no dia em que nos encontrámos para preparar a aula, que estava um pouco com receio do que se iria passar naquela aula. Não queria de alguma maneira com isto, deixar de lhes propor esta tarefa, mas talvez ter alguma coisa *em manga* caso algo corresse mal.” (1º relatório)

Esta primeira experiência deixou muito claro a grande insegurança sentida pela professora relativamente à realização de investigações, a qual aparece fortemente associada às fracas expectativas relativamente às capacidades e motivação dos seus alunos.

A preparação das aulas em que se trabalharia a tarefa proposta foi, segundo Margarida, muito importante para enfrentarem a realização da investigação com maior confiança:

“Sendo assim, e na minha opinião dando-nos uma grande ajuda, a professora Lina foi-nos dando sugestões de questões que poderíamos ir colocando aos nossos alunos durante a investigação, e sugerindo-nos algumas pistas que poderíamos ir dando, de modo a facilitar a nossa missão que neste tipo de actividades, penso ser muito importante. Dado isto, foi com grande entusiasmo que mudei o meu pensar e o meu receio, passando agora a estar com bastante curiosidade e desejando ver *as cenas do próximo capítulo* — a aula.” (1º relatório)

A preparação das aulas e a ajuda da orientadora constituíram assim aspectos importantes para a promoção da confiança de Margarida. No entanto, é de salientar que para esta professora a preparação da aula foca-se sobretudo na fase de trabalho dos alunos e no papel que ela deve desempenhar para os apoiar, pois é esse o aspecto que mais a preocupa.

Durante a realização da primeira das duas aulas em que a professora trabalhou esta tarefa, estiveram presentes também os seus colegas de núcleo, a orientadora da escola e eu própria. Os acontecimentos desta aula e as dificuldades inerentes à gestão do trabalho investigativo em aula, particularmente com alunos sem experiências deste género, determinaram sentimentos vários na professora:

“Com os vários (seis) grupos a trabalharem na actividade, as dúvidas a surgirem, e naquele momento apenas eu para responder a tantas solicitações, comecei a ficar um pouco preocupada com o que se estava a passar e com o que poderia acontecer uma vez que eu não estava a conseguir, por um lado baixar o barulho que se estava a sentir e penso não ser muito agradável e por outro, a deixar alguns grupos muito tempo sós sem lhes dar qualquer tipo de apoio.” (1º relatório)

Assim, na prática as dificuldades previstas pela professora relativamente ao apoio dos alunos vieram de certa forma a concretizar-se. No entanto, tornou-se perceptível que elas estão também associadas à promoção de um bom ambiente de trabalho e ao controlo da disciplina na aula. Como os colegas e eu própria passámos, a partir de certa altura, a dar apoio aos grupos de alunos, Margarida deixou de sentir tanto esta dificuldade. O balanço que fez do trabalho dos alunos não correspondeu às más expectativas que tinha: “a maioria dos grupos entrou de forma bastante positiva dentro

da actividade...”. No entanto, a aula seguinte, em que fez a discussão do trabalho, entusiasmou mais a professora:

“Esta discussão correu bastante bem uma vez que, como alguns grupos chegaram ao resultado certo mas por caminhos diferentes, os alunos estavam bastante interessados em saber como é que os colegas tinham feito e super divertidos ao verem a professora sentada numa cadeira e os colegas no quadro [...] senti-me muito bem pois considero que os alunos até gostaram de ter realizado a actividade e que o facto de terem ido ao quadro explicar aos outros o que tinham feito, fê-los sentirem-se importantes...”. (1º relatório)

De qualquer forma, apesar do balanço positivo, Margarida continua a preocupar-se com a fase de apoio aos grupos, pois tem consciência que o seu papel foi desta vez facilitado pela presença de outros professores na sala que também apoiavam os alunos.

A realização de um conjunto de investigações sobre as funções polinomiais, no 10º ano e já no 2º período, mereceu vários comentários de Margarida que evidenciam também as suas atitudes relativamente a esta metodologia. Muitos desses comentários relacionam-se com a preparação das aulas pois, segundo a professora, “a preparação tornou-se uma ferramenta que me possibilitou uma maior segurança na conduta da aula”. Nesta preparação da tarefa inclui a antecipação de alguns cenários que podem ocorrer e a forma de os resolver:

“Sabendo o tipo de caminhos que os alunos iriam percorrer, tornava-se mais simples reflectir sobre isso e tentar encontrar à partida soluções para determinados problemas que, eventualmente, poderiam surgir com esta ou aquela questão”. (2º relatório)

Mais uma vez, é visível que a preocupação da professora está sobretudo ligada ao apoio a prestar aos alunos e à imprevisibilidade das questões que estes podem levantar.

Inicialmente, quando pensaram na elaboração da tarefa em conjunto com a orientadora da escola, esta sugerira uma estrutura bastante aberta:

“Apenas daríamos aos alunos o objectivo da actividade, ou seja, o estudo do aspecto gráfico das funções polinomiais do 1º, 2º, 3º e 4º graus. Sem indicação de qualquer estratégia ou modo de iniciar a actividade, tudo isto ficava ao gosto e critério dos alunos. Aqui devo confessar que me senti bastante insegura [...] A meu ver, penso que seria necessário algo mais guiado pois tinha a sensação de que os alunos poderiam sentir-se um pouco inseguros, o que talvez conduzisse a um desinteresse ou até mesmo um abandono precipitado da tarefa.” (2º relatório)

Desta vez, a preocupação da professora continua a prender-se com a reacção dos alunos, mas esta aparece também associada ao grau de abertura da tarefa proposta. Também estes alunos não tinham, segundo Margarida, experiência de trabalho investigativo em anos anteriores e por isso, uma tarefa menos orientada poderia desencadear reacções negativas por parte dos alunos e que desejava evitar. Assim, numa reunião conjunta de preparação da aula, decidimos que a tarefa deveria ser mais guiada no início, tornando-se progressivamente mais aberta, o que teve um efeito positivo na sua segurança: “Devo confessar que esta nossa decisão deixou-me muito mais à vontade”.

Para além da reacção dos alunos à tarefa, Margarida preocupava-se também com a introdução da calculadora gráfica. Ela própria fez um grande esforço para se sentir confortável na sua utilização, pois considera que o professor deve estar preparado para que as dúvidas que surgem não constituam um obstáculo à actividade. Contudo, o facto de existirem apenas dois alunos com calculadora própria no início do 2º período, não sugeria uma boa aceitação por parte da turma e isso deixava a professora apreensiva. Como ela conta, “todas estas horas ajudaram-me a familiarizar com a calculadora e a enfrentar sem medos a sua utilização junto dos alunos. Ultrapassada esta fase, tinha agora receio da boa aceitação da máquina de calcular por parte dos alunos” (2º relatório).

É portanto perceptível a existência de um conjunto de factores geradores de insegurança. Estes factores prendem-se, à partida, com as expectativas pouco positivas relativamente às reacções dos alunos quer à tarefa, quer à própria calculadora. Elas são motivo de preocupação na medida em que exigem uma resposta do professor que se sabe não ser fácil. Esta relação emerge das próprias palavras de Margarida:

“Os dois alunos que já tinham máquina de calcular eram do 2º turno e já sabiam funcionar correctamente com a máquina — até mais do que eu! — facto que me ajudou imenso. Reparei que os restantes elementos do grupo donde estes alunos faziam parte, quando tinham alguma dúvida, questionavam em primeiro lugar os colegas [...] Sendo assim, os problemas resolviam-se dentro do grupo sem terem de estar constantemente a chamarem-me.” (2º relatório)

De facto, esta referência à insistente solicitação dos grupos que foi aliviada pelo apoio destes dois alunos está ligada à dificuldade que Margarida sente em acompanhar toda a turma: “tive imensas dificuldades em dar o devido apoio a todos os grupos. Não

me consegui aperceber do modo como todos os grupos começaram a explorar as actividades e quais os métodos de trabalho adoptados” (2º relatório).

Apesar das dificuldades sentidas e do *feedback* negativo de alguns alunos, a professora parece valorizar esta experiência:

“Eu acho que o trabalho deles não foi muito bom, mas aquilo que eles aprenderam foi bastante bom, porque uma das perguntas que eu fiz no teste foi só sobre a actividade de investigação. Coisas do género, não para eles estarem a debitar conceitos, mas do tipo, dar gráficos e perguntar *Que função é que poderá ser? Quantos zeros é que poderá ter uma função deste tipo? O que é que influência isto [parâmetro]? e os miúdos tiveram muito boa nota nesse grupo, eu acho que eles realmente perceberam o que aquilo era!*” (discussão das aulas, 2ª investigação)

A realização da investigação *Números em escada* na turma de 7º ano de Margarida constituiu uma experiência difícil para a professora, marcada por sentimentos antagónicos, mas também reveladora de várias atitudes. Ao contrário da primeira experiência com estes alunos, Margarida tinha expectativas positivas: por um lado, esperava assistir a uma evolução no desempenho da turma, por outro, estava bastante entusiasmada com a própria tarefa. Para este entusiasmo parece ter contribuído, de forma muito positiva, a preparação conjunta da actividade. De facto, quando fala sobre a preparação destas aulas e lhes atribui muita importância, no fundo o que mais se evidencia é o gosto que a resolução da tarefa lhe deu — ver que os seus colegas seguiram caminhos diferentes, pensar como poderiam fazer os alunos — pelo que mais uma vez o trabalho em equipa aparece como um elemento fundamental.

A experiência com esta investigação decorreu em três momentos distintos: duas aulas, uma com o 1º turno e outra com o 2º, em que Margarida introduziu a tarefa e os alunos realizaram a investigação (medida tomada pela professora por forma a apoiar melhor os alunos); uma aula de apresentação e discussão do trabalho realizado com a turma toda reunida. Foi a forma tão diferente como correram estes três momentos que parece ter tido um forte impacto em Margarida, marcando-a de forma quer positiva, quer negativa. Positiva pelo *feedback* recebido do grupo de alunos do 1º turno. De facto, quando a encontrei antes da aula do 2º turno e depois do 1º turno, a professora mostrou imediatamente um sorriso de satisfação e comentou logo que os alunos tinham descoberto várias coisas. Negativo pelos resultados do trabalho com o 2º turno e,

principalmente, pela aula de discussão com toda a turma, praticamente boicotada por parte dos alunos, deixando-a muito triste:

“O modo como a aula decorreu foi bastante diferente nos dois turnos. No primeiro turno, a maioria dos alunos “entrou” sem dificuldades na actividade e estiveram toda a aula bastante empenhados na sua resolução. No que respeita ao segundo turno, tudo se passou de maneira diferente. Demorei bastante tempo a apresentar e explicar a actividade pois tinha sucessivamente que chamar a atenção de vários alunos [...] Se há algo que me preocupa e me deixou arrasada, foi a aula onde tentei fazer a discussão desta actividade de investigação. Os alunos estavam super-excitados, distraídos e sem prestar atenção ao que me propunha fazer. Com excepção de meia dúzia de alunos, tenho a certeza que ninguém tirou proveito da discussão que lutei arduamente para levar até ao fim.” (3º relatório)

Contudo, o que se evidencia mais desta experiência não é apenas a forma como a professora a viveu mas, sobretudo, como reflecte sobre ela. Do seu relatório e da discussão que fizemos das aulas, o aspecto que mais sobressai é a sua atitude positiva. Aliás, é verdadeiramente impressionante observar como esta jovem professora encara as experiências que vive. Provavelmente, seria muito mais fácil lamentar-se do seu azar e evidenciar como o seu trabalho ficou dificultado pelos alunos que lhe couberam em sorte. Os próprios colegas afirmam que, possivelmente, na situação dela teriam desanimado muitíssimo. Ao invés disso, Margarida chega até a dizer que pode ter tido alguma sorte, pois as dificuldades transformaram-se em aprendizagem, no momento em que elas a obrigaram a reflectir e procurar meios para superar os problemas:

“Acho que aprendi muito com esta turma, se calhar se fosse outra turma com metade dos problemas não tinha pensado em tantas coisas, não tinha aplicado tantas coisas, não quer dizer que as aulas fossem sempre da mesma maneira, mas se calhar não tinha diversificado tanto.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Esta atitude positiva é provavelmente fruto de uma maneira de estar na vida que se reflecte na sua actividade profissional. A própria professora tem consciência dessa sua característica, o que se pode ver na história que conta envolvendo o seu pai:

“É verdade, tanto que o meu pai é assim... pronto eu falo muito lá e conto muitas coisas e eu digo *Estou desejando de saber como é para o ano...* e o meu pai diz *Ai filha, tu às vezes vens aí tão triste que te aconteceu isto e aconteceu aquilo, e ainda estás desejando de ver como é!* Claro que eu desejo uma turma melhor! É mais no sentido de dizer, de achar que vou um bocadinho mais preparada e se me aparecer uma coisa deste género, já

aprendi muito! Eu sei que tenho muito ainda a aprender, isto não é nada...”
(discussão das aulas, 3ª investigação)

No entanto, esta atitude positiva parece ligar-se também ao *feedback* positivo que recebeu de outras experiências: “eu tenho de tentar fazer uma coisa diferente porque já temos batalhado tanto com eles e eu acho que já consegui muitas coisas deles que outros professores também não conseguiram” (discussão das aulas). Finalmente, o suporte que encontra no trabalho em equipa e que lhe surge espontaneamente no seu discurso parece contribuir bastante para enfrentar situações complicadas com alento: “eu acho que isso é positivo, ter reflectido e juntos termos visto que outras coisas é que podíamos fazer, eu ter feito e ter alcançado os meus objectivos”; “aqui tinha muito apoio, aqui éramos muitos, éramos nós e mais as orientadoras todos juntos a trabalhar para aquela turma...”
(discussão das aulas)

Contudo, o que aconteceu nesta investigação não deixa de a marcar negativamente, pois a própria professora reconhece que uma próxima investigação a deixa apreensiva. No entanto, é aqui também que se percebe a importância que a professora atribui a este trabalho, pois essa é a razão que a leva a continuar a realizá-las:

“Custa mais não é? (...) mas acho que vou tentar porque eu acho que só se vai fazendo melhor se se for tentando (...) estou com vontade de continuar, continuar porque eu acho que também é bom para os alunos... eu acho que as actividades de investigação têm determinadas características que acho que é bom para os alunos.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

No final do ano lectivo, quando faz um balanço do trabalho realizado, Margarida salienta a importância da experiência, mas também da postura do professor relativamente a este tipo de trabalho:

“Sinto que hoje em dia já me é mais fácil conduzir uma aula deste género, qual o tipo de pistas ou sugestões que posso dar aos alunos de forma a ajudá-los, mas principalmente qual o tipo de resposta ou pista que não devo fornecer, de modo a não induzir uma determinada resposta. Deste modo, acredito que é a experiência que nos vai ajudando a ultrapassar estas dificuldades iniciais, mas que a força de vontade e o acreditar neste tipo de trabalho, são também fundamentais para que não se abandone e ponha de parte a realização de investigações na sala de aula.” (relatório final)

Conhecimento didáctico associado à realização de investigações

Nesta secção, será apresentada uma análise relativa ao conhecimento didáctico que Margarida evidencia e que mais directamente se relaciona com a realização de trabalho investigativo na sala de aula. Assim, serão apresentados dados sobre a preparação de aulas de investigação, sua consecução, bem como a reflexão que a professora faz sobre essas experiências. Nesta análise procura-se explicitar também a forma como o conhecimento evolui e os elementos que contribuem para a sua evolução.

A preparação das aulas de investigação

As fases das aulas

Para além dos aspectos relativos à preparação de aulas de investigação que já foram mencionados anteriormente e que dizem respeito ao grupo de estagiários, foi possível identificar factores particularmente relevantes para Margarida.

Margarida afirma sentir uma necessidade enorme em preparar muito bem as suas aulas de modo a garantir, ou pelo menos procurar alcançar, o seu sucesso. É um trabalho que gosta de fazer, especialmente em grupo. Nas aulas de trabalho investigativo essa necessidade torna-se mais premente por lhe estarem associadas um grau de imprevisibilidade maior relativamente ao trabalho dos alunos. Desta forma, a professora considera importante antecipar alguns cenários (caminhos que os alunos possam seguir, questões que coloquem, dúvidas), bem como preparar formas possíveis de agir. De início, e para além da selecção ou construção da tarefa, centrava-se sobretudo na preparação da fase em que os alunos realizam a investigação, porém, com a experiência da realização de investigações passou a atender também à fase de introdução da tarefa e discussão dos resultados:

“Eu acho que depois de nós vermos as coisas a correr e ver como é que é, é que eu acho que uma pessoa vai vendo a importância de cada uma dessas fases. Eu achava que o importante era o aluno estar ali a fazer e agora acho que não. Agora acho que é muito importante a maneira como se introduz a actividade, é importante logo no início para cativar os alunos, fazer qualquer coisa que chame a atenção aos alunos e que os alunos gostem.” (última entrevista)

“Eu achava que era mesmo só a parte do fazer, mas acho que é importante também a parte de eles discutirem e verem realmente que... o que é importante não é o que se chega, [mas sim] como é que se chega e o que é que se fez, acho que é importante uns verem o que é que outros fizeram...” (última entrevista)

Assim, no final do ano, fazendo um resumo dos aspectos que considera serem importantes para a preparação de aulas de investigação, espontaneamente Margarida inclui algumas das suas mais recentes preocupações:

“Eu acho que na planificação o professor tem de ver tudo, tem de ver o tempo que ele acha importante para determinada tarefa [...] ver a metodologia que melhor se adapta, que tipo de introdução deve fazer — se deve ser feita no quadro, se os alunos lêem e depois explicam... —, a conclusão como é que deve ser feita — se devem entregar alguma coisa por escrito, se deve fazer alguma discussão oralmente, se oralmente o professor com os alunos ou só os alunos, se vão ao quadro ou o professor faz perguntas —, isso também é importante e isso também depende da actividade. Depende da actividade e depende daquilo que o professor veja que os alunos vão desenvolvendo.” (última entrevista)

Apesar do pormenor com que sente necessidade de preparar as suas aulas, Margarida vai, ao longo do ano, reconhecendo que o professor deve estar apto a mudar a sua agenda se a situação assim o indicar, numa atitude de reflexão na acção:

“Acho que é importante não só o pensar e a maneira que a pessoa acha que é melhor, mas depois vê como é que a coisa corre, e vê que dali ... e é preciso que o professor esteja sempre atento, para ver se tem de alterar alguma coisa daquilo que ele idealizou.” (última entrevista)

A organização dos alunos

Um dos aspectos que se manteve inalterável durante o ano, diz respeito à escolha do modo de organização dos alunos para a realização deste tipo de aulas. O trabalho de grupo é uma metodologia várias vezes enunciada pelos estagiários como algo inovador e que desejam realizar, mas de forma criteriosa. Ou seja, existe a noção de que este tipo de organização se adequa sobretudo a tarefas não rotineiras, que envolvam a exploração de ideias matemáticas. Assim, desde a realização da primeira investigação que os estagiários decidem agrupar os alunos e, no caso de Margarida, vê outras formas de organização com alguma relutância:

“...eu não consigo imaginar como é que seria uma investigação por exemplo em grande grupo. Por exemplo com toda a turma. Não sei como é que iria resultar, também depende das turmas, se for uma turma assim levada para isso, com alunos meio interessados até era capaz de resultar, eu acho que sim. Agora quando é aqueles alunos que estão a iniciar... Pronto eu acho que o ideal é mesmo grupos de 3 ou de 4, em que eles vão discutindo uns com os outros. Depois então, penso eu, quando os alunos já têm assim alguma ... alguma experiência, já tiveram assim algum contacto com este tipo de actividades, eu acho que aí sim já se pode partir para outras coisas. Agora em relação à investigação dos alunos sozinhos, eu acho é mesmo complicado o aluno, não é ter queda, mas que goste ... Não sei, tenho um bocado de receio de, por exemplo, propor uma actividade ao aluno mas que o aluno não saiba como pegar...” (última entrevista)

As tarefas

Para Margarida, as tarefas que se propõem aos alunos devem, de modo geral, motivar os alunos. Essa é uma preocupação que ficou patente em muitas aulas e que é potenciada pelo facto de existirem vários alunos problemáticos nas suas turmas. As tarefas de investigação não escapam a essa preocupação, mas a sua especificidade obriga a que se atenda também a outros factores. A estrutura da tarefa é um deles. Considera que, quando os alunos não têm experiências investigativas, o melhor será começar por tarefas mais guiadas, aumentando o grau de abertura à medida que os alunos se familiarizam com este tipo de trabalho. Essa foi a decisão tomada para um conjunto de investigações sobre funções polinomiais, realizada no 10º ano. A professora comentou posteriormente a adequação das tarefas propostas:

“...quando os alunos estavam na exploração das funções do 2º e 3º graus já foram capazes, já sabiam que para ver qualquer coisa, por exemplo, para ver o que fazia o a tinham de manter os outros dois [parâmetros] [...] tenho a ideia que se essa não tivesse sido dada aos alunos, eles começavam a fazer ao calhas [...] acho que aquela mais estruturada fez com que eles percebessem que as coisas tinham de se fazer aos poucos.” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Algum tempo depois, Margarida propôs uma investigação sobre a função módulo que é bastante semelhante à realizada para a função quadrática, quer em termos do processo, quer em termos do tipo de resultados. De acordo com a sua intenção inicial, a tarefa apresentada aos alunos foi bastante mais aberta, o que na sua perspectiva funcionou bem:

“Eu lembro-me perfeitamente no 10º ano, quando demos aquela da parábola demos tudo muito guiado, quando demos a do módulo, que é praticamente a mesma coisa, nós já não demos a mesma actividade, fomos só para *Investiga não sei quê...*, e os alunos como já tinham um contacto, eles não se perderam na actividade.” (última entrevista)

É, portanto, da sua experiência que a professora retira a convicção para enunciar esta norma e que expressa claramente no seu último relatório:

“Na minha opinião, e em turmas onde a maioria dos alunos não tenha tido qualquer contacto com este tipo de actividades, é importante que se comecem por propor aos alunos algo mais guiado/estruturado, para que estes não se sintam perdidos e abandonem a actividade cedo de mais. À medida que os alunos se vão familiarizando com este tipo de trabalho, poderá propor-se outro tipo de actividades, não tão guiadas, uma vez que a experiência anterior ajuda a ultrapassar algumas dificuldades que eventualmente possam surgir nos momento iniciais.” (relatório final)

Mas para além da experiência dos alunos na realização de actividades de investigação, há outros aspectos do conhecimento dos alunos que informam a construção ou adaptação de tarefas desta natureza e que Margarida considera importantes. Para ela, não é suficiente olhar para a turma na sua globalidade, é preciso atender aos alunos na sua individualidade em aspectos como, por exemplo, a idade e a maturidade. A professora está ciente que esta exigência não é exclusiva das investigações. Aliás, parece ter sido a experiência de preparação de outras tarefas para a sua turma de 7º ano que evidenciou claramente esta necessidade:

“Eu acho que o nível etário dos alunos, acho que a heterogeneidade da turma, porque há turmas muito diferentes, eu lembro-me perfeitamente, no início: O que é que eu vou fazer com aquele 7º ano? O que é que eu vou fazer para os cativar? Tinha lá coisas muito giras que eu tirei fotocópias de um curso — fui à APM e tirei fotocópias de um curso do Profmat [...] eram actividades lúdicas para a sala de aula. Tinha lá coisa engraçadas para pintar... [...] É engraçado que eu tinha alunos que se calhar gostavam, mas eu tinha uma turma de 7º ano que, se bem que aqueles pequenos iriam gostar de certeza porque eles são muito ligados a educação visual, a fazer desenho e isso [...] Eu tinha uma turma em que tinha uns 10 ou 12 alunos com mais de 16 anos, com 16 e 17 anos e dois alunos com 18. Eu não podia dar uma coisas destas. Eu acho que é muito importante o professor conhecer a turma e ver realmente, pronto, o nível etário, ver que há alunos diferentes e então temos que fazer alguma coisa que tem de dar para os dois...” (última entrevista)

Finalmente, Margarida apercebeu-se também que a escolha do momento para a realização da tarefa pode ter uma influência determinante na qualidade do trabalho dos alunos. Claro que também este aspecto percorre todo o trabalho que é feito na sala de aula. Porém, o trabalho de natureza investigativa requer um nível de concentração impossível de atingir em momentos de muito cansaço ou agitação e, por isso, Margarida passou a agendar as tarefas de investigação em momentos que considerou mais propícios.

“Por exemplo eu vi que uma actividade de investigação com aquela turma era numa aula de turnos e não numa aula onde tivesse toda a turma. A aula de segunda feira, que eu tinha às 5h30m, depois de eles terem aula de Educação Física, não dava para fazer nada com eles.” (última entrevista)

É interessante que mesmo esta aprendizagem de aspectos quase ao nível do senso comum tem a sua origem nas experiências vividas pela professora. Pelo menos esse é o seu testemunho:

“Do mesmo modo, também a altura ideal para se propor este tipo de actividades, foi algo que a experiência deixou claro. Foi um problema que à partida não tinha colocado, nem nele pensado, mas que a vivência destas situações me ensinou.” (relatório final)

A condução de aulas de investigação

Introdução da tarefa

Como anteriormente foi referido, a introdução da tarefa junto da turma era algo que, inicialmente, não fazia parte da agenda de Margarida. Fazer uma apresentação da tarefa, eventualmente uma exploração inicial de uma questão, explicar aspectos da gestão do trabalho dos alunos, nenhum destes procedimentos constava nas suas intenções. No entanto, esta aceitou-os por serem sugestões minhas e colocou-os em prática. Posteriormente, alguns episódios da sua experiência realçaram a relevância de fazer uma introdução e a professora passou a atribuir um significado mais pessoal a essas orientações.

Um episódio que a fez reflectir sobre o assunto passou-se na turma do 10º ano. A forma como o horário dos alunos está organizado, havendo aulas de turnos intercaladas com uma aula conjunta, levou a que Margarida procedesse de forma diferente para os dois turnos. Assim, no primeiro grupo, depois de uma contextualização do trabalho que

iriam fazer, desenhou na calculadora e projectou no *view-screen* os gráficos de duas funções em que um era a translação do outro e, como me contou, disse aos alunos:

“Estão a ver, há diferenças entre estas duas funções. Isto são coisas que mexendo, entre aspas, no polinómio que as está a definir, vai fazer com que isto aconteça. Nesta actividade vamos ver [...] a influência de alterar os parâmetros no aspecto do gráfico da função” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Margarida diz que apesar de no outro turno também ter feito uma explicação, embora mais ligeira e sem suporte gráfico, os alunos tiveram mais dificuldades na abordagem inicial da actividade. Como ela afirma “estes ficaram realmente a perceber melhor” e apesar de os alunos do outro turno terem gradualmente ultrapassado as suas dificuldades, a professora não deixou de reparar no sucedido e reflectir sobre o seu significado. Assim, no final do ano não deixou de referir a sua experiência e expressar o que com ela aprendeu:

“Eu acho que numa aula de investigação é importante a introdução da tarefa. Eu acho que... o professor deve pensar muito bem como é que deve introduzir, porque eu reparei que nós, às vezes, introduzíamos umas actividades tão mal que os alunos ficavam mesmo... entravam mal pronto na actividade, porque depois eles não sabiam muito bem o que é que era para fazer.” (última entrevista)

Apoio na execução

Desde o início do ano que Margarida mostra ter uma opinião formada sobre o papel do professor em aulas de investigação, papel esse que está relacionado com a fase em que os alunos realizam a investigação e que se traduz na imagem do professor-orientador. Esta noção de orientador está associada à ideia de não directividade — o professor não diz como se faz mas ajuda a ultrapassar dificuldades dando ideias, formulando questões:

“Eu acho que auxilia, tenta ver aquilo que os alunos estão a fazer e vê se eles estão a ir pelo caminho certo ou errado, ajuda-os, acho que não é ele que resolve as coisas porque a ideia é mesmo os alunos trabalharem e eles próprios chegarem ao sítio, mas acho que é mais tipo assim estar por detrás a ver como é que as coisas se estão a passar para orientar, acho que é mais tipo orientador.” (1ª entrevista)

O conhecimento que Margarida expressa sobre o papel do professor nesta fase inicial do ano é um conhecimento que ainda não se baseia na sua experiência. Contudo, já nessa fase a professora antevê algumas dificuldades no desempenho desse papel — “não conseguir estar a toda a hora no mesmo sítio” era a sua maior preocupação. Aliás, por esta altura a professora assume uma postura de uma certa “protecção” relativamente aos alunos. Na sua opinião, idealmente “era bom que estivesse alguém por trás, que estivesse sempre ali, que pudesse sempre ajudar”, o que parece transparecer baixas expectativas relativamente ao trabalho e autonomia dos alunos. Na realidade, as dificuldades que nessa altura imaginava vir a sentir concretizaram-se logo na primeira experiência investigativa com a sua turma do 7º ano. A inexperiência dos alunos em actividades abertas, associada a uma atitude negativa face ao trabalho escolar manifestada por uma parte considerável da turma, desencadeou um ambiente conturbado que Margarida não conseguiu gerir:

“Com os vários grupos (seis) a trabalharem na actividade, as dúvidas a surgirem, e naquele momento apenas eu para responder a tantas solicitações, comecei a ficar um pouco preocupada com o que se estava a passar e com o que poderia acontecer uma vez que não estava a conseguir, por um lado baixar o barulho que se estava a sentir e por outro, deixar alguns grupos muito tempo sós sem lhes dar qualquer tipo de apoio.” (1º relatório)

A dificuldade em acompanhar adequadamente os alunos também se fez sentir noutras ocasiões. No entanto, nos momentos em que o controlo da disciplina e a manutenção do ambiente de trabalho não foram tão complicados, Margarida sentiu-se mais disponível para assumir outras responsabilidades e preocupar-se com outros aspectos. Por exemplo, começou a preocupar-se em ter uma visão da actividade realizada pelos alunos — quais as suas abordagens à investigação proposta, quais as estratégias encontradas:

“Tive imensas dificuldades em dar o devido apoio a todos os grupos. Não me consegui aperceber do modo como todos os grupos começaram a explorar as actividades e quais os métodos de trabalho adoptados.” (2º relatório)

Uma outra responsabilidade que Margarida assumiu foi a de incentivar o registo escrito das ideias matemáticas:

“Algo em que tive certas dificuldades, foi em incentivar os alunos a registarem tudo o que tinham feito e todas as conclusões a que haviam

chegado. No entanto, penso que houve uma melhoria de aula para aula.” (2º relatório)

Para além da promoção da comunicação escrita, durante a fase de realização da actividade a professora preocupa-se com a discussão oral das ideias dos alunos. No fim do ano comentou a dificuldade que teve em criar esse hábito:

“Senti algumas dificuldades em implementar este tipo de actividades no habitual modo de trabalho destes alunos, nomeadamente faze-los discutir e argumentar as suas ideias, as suas opiniões, sem constantemente me estarem a chamar.” (relatório final)

Apresentação e discussão de resultados

Como atrás foi referido, inicialmente Margarida não valorizava a fase de apresentação e discussão de resultados, o que apenas se devia a um desconhecimento sobre a forma que ela podia tomar e o papel que podia assumir. Deste modo, a discussão sobre a pertinência de um tal momento, sua preparação e a experiência subsequente, foram determinantes na forma como a professora passou a encarar esta fase.

Durante a primeira investigação com o 7º ano, e apesar do trabalho dos alunos em grupo ter sido bastante difícil de gerir, a forma como correu a discussão agradou bastante Margarida. Nessa altura, o aspecto que parece ter funcionado melhor foi a apresentação por parte dos alunos de abordagens diferentes para a mesma questão:

“Esta discussão correu bastante bem uma vez que, como alguns alunos chegaram ao resultado correcto mas por caminhos diferentes, os alunos estavam bastante interessados em saber como é que os colegas tinham feito...” (1º relatório)

Assim, o confronto de abordagens diferentes passou a ser um dos aspectos mais valorizados pela professora. Contudo, a investigação que se seguiu, sobre as funções polinomiais no 10º ano, não parecia desencadear resultados ou processos diferentes que pudessem ser comparados durante a discussão. Margarida optou então por ser ela a registar no quadro as conclusões que os alunos lhe ditavam, aproveitando para fazer comentários sobre os registos escritos que tinha recolhido dos vários grupos (organização, linguagem,...) e levantar novas questões no sentido, por exemplo, de apresentar justificações.

No fim do ano, Margarida explica o seu entendimento sobre a fase de apresentação e discussão de resultados:

“Se o professor vê que há um grupo, ou há um aluno que tenha feito alguma coisa de extraordinário se calhar é importante dar atenção a isso e dar... reservar um pouco de tempo para explorar isso que o aluno fez.” (última entrevista)

“...Acho que é importante fazer-se um pouco uma conclusão e ver o que é que... pronto, discutir um pouco as ideias e pôr os alunos um pouco a confrontar ideias e hipóteses que tenham testado e questões que tenham abandonado e coisas com dúvidas que eles tivessem ficado” (última entrevista)

Comunicação

Embora se possa afirmar que Margarida reflecte bastante sobre o seu desempenho nas aulas, encontram-se poucas referências à análise do seu discurso nos registos das reuniões conjuntas, entrevistas e nos seus relatórios. Nota-se uma orientação no sentido de centrar a actividade no aluno e, na sua interacção com ele, não encaminhar demasiado o seu trabalho. Mas esse é um papel que foge à tendência natural de Margarida. Como ela própria afirmou relativamente aos aspectos que lhe dão mais prazer no seu trabalho:

“Ensinar... sinto-me bem quando o aluno diz *não percebi* e, depois de eu explicar, *ah! agora já percebi!*” (última entrevista)

Portanto, há uma certa preocupação em manter uma atitude questionadora durante a investigação dos alunos, mas essa atitude não é fácil e muito menos espontânea, pelo que, logo na primeira investigação realizada, Margarida considerou de muita utilidade a preparação de pistas ou questões a fornecer aos alunos. No entanto, essa preocupação em assumir uma postura interrogativa circunscreve-se de certo modo a aulas de tipo investigativo e, sobretudo, ao momento em que os alunos realizam a actividade. Por exemplo, durante a introdução da investigação sobre a função quadrática (depois de uma investigação mais genérica sobre as funções polinomiais) Margarida apresentou a fórmula que os alunos passariam a usar no seu estudo ($y = a(x-h)^2 + k$ em vez de $y = ax^2 + bx + c$) dizendo apenas que a primeira permite chegar a mais conclusões e com um exemplo desenvolveu uma expressão noutra. Neste processo não houve interrogações, a

professora explicou tudo. Quando sugeri, durante a discussão das aulas, que seria preferível tornar aquele momento mais interactivo, Margarida perguntou como e pediu exemplos.

Muito embora a comunicação de ideias matemáticas, quer oralmente, quer por escrito, seja uma capacidade que se passou a valorizar mais recentemente nos programas de Matemática, não correspondendo por isso à experiência que os estagiários têm como alunos, ela esteve presente na sua agenda desde o início do ano. No que diz respeito à comunicação oral, ela começou por ser promovida sobretudo através do trabalho de grupo. Mais tarde, Margarida percebeu que a fase de apresentação e discussão de resultados representava também um momento em que os alunos podiam expor e argumentar em favor das suas ideias. Quanto à capacidade de expressar as ideias por escrito, o relatório da investigação foi o meio privilegiado para a sua promoção. No seguinte excerto, Margarida reflecte sobre as dificuldades sentidas pelos alunos na realização do seu registo e o seu papel na resolução dessas dificuldades:

“Na minha opinião, as dificuldades sentidas prendiam-se sobretudo com a escolha do que era importante constar num relatório. Alguns grupos, apesar de terem tirado determinadas conclusões, não as registavam pois consideravam que eram óbvias e que a sua importância não era relevante. Por exemplo, um determinado grupo, no estudo das funções polinomiais do 2º grau, encontrou uma função que não tinha zeros. Como não era algo que estavam a estudar directamente, julgavam não ser necessário registar. Caso eu não estivesse por perto, os alunos não teriam abordado possivelmente o número máximo de zeros que uma função pode ter, algo que acabaram por investigar, fazendo-o correctamente.” (2º relatório)

Ambiente e cultura da sala de aula

O ambiente e cultura da sala de aula mereceram várias vezes a reflexão de Margarida. Alguns factores levaram a que este aspecto fosse, por várias vezes, aquele que mais sobressaiu na dinâmica da aula. A caracterização dos seus alunos em termos do seu percurso escolar é um elemento particularmente relevante: a sua turma de 7º ano era particularmente problemática, com muitos alunos em idades bastante acima da faixa normal para este ano de escolaridade e com repetências sucessivas; embora menos complicada, a sua turma de 10º ano contava também com cerca de 2/3 de alunos repetentes. Em ambas as turmas existiam alunos com atitudes muito negativas relativamente à escola, por vezes projectadas na pessoa do professor, e que dificultavam

bastante o seu trabalho. Para compreendermos quanto, basta atender ao desabafo de Margarida no seu primeiro relatório:

“Dos 25 alunos desta turma, apenas 22 foram à aula. Um dos ausentes, foi a Vanda, a aluna que mais perturba e tenta boicotar as aulas. Não sei se será bom ou não, mas o que é certo é que fiquei contente com o sucedido...”

Alguns episódios evidenciam como Margarida reflecte sobre as suas experiências, procurando encontrar as causas para os acontecimentos. O seguinte relato diz respeito à investigação *Números em escada* realizada no 7º ano:

“O modo como a aula decorreu foi bastante diferente nos dois turnos [...] Pensando um pouco no que poderia ter originado tal diferença, há imediatamente dois aspectos que penso terem contribuído para o sucedido. Em primeiro lugar, os alunos têm uma postura e comportamento totalmente diferentes caso a aula corra ao primeiro ou ao último tempo da manhã. De facto, mesmo em aulas diferentes desta, os alunos estão mais concentrados e trabalham muito mais quando a aula decorre nos primeiros tempos da manhã [...] Em segundo lugar, o facto de o primeiro turno ser constituído pelos alunos mais interessados, participativos e com melhor aproveitamento, também poderá ter influenciado as diferenças que se fizeram notar entre os dois turnos.” (3º relatório)

Há ainda vários outros elementos que Margarida tem em consideração quando analisa as atitudes dos alunos. Por exemplo, a professora manifestou expectativas positivas relativamente ao empenho dos alunos de 10º ano no estudo das funções polinomiais devido à influência (supostamente positiva) que a avaliação dos relatórios poderia exercer:

“O grupo que mais se empenhou era constituído pelos melhores alunos da turma e que sentiram na pele o peso que os relatórios tinham na classificação final. No primeiro período, e devido aos fracos resultados que tinham obtido em relatórios anteriores, as notas obtidas foram inferiores às que estavam à espera. Desta forma aperceberam-se que teriam de se esforçar um pouco mais. De facto esta atitude dos alunos não me surpreendeu, contrariamente ao que aconteceu com a maioria dos restantes grupos. Sendo alunos bastante fracos e com resultados negativos nos testes escritos, pensei que se empenhassem mais na actividade por forma a tentar compensar os maus resultados obtidos.” (2º relatório)

Depois do sucedido, Margarida percebeu que a avaliação, ou o medo dela, não é suficientemente mobilizador para certos alunos. No caso destes, certas características como o desinteresse pelas matérias em estudo, a falta de hábitos de trabalho e a falta de

expectativas relativamente à escola que é comum a vários elementos da turma, sobrepõem-se a esse tipo de “incentivos”.

Outro elemento particularmente relevante na análise do ambiente e cultura da sala de aula, diz respeito às experiências de trabalho dos alunos, em especial, em Matemática. Estas experiências moldam a postura dos alunos relativamente ao seu professor e aos colegas — quais os papéis de um e de outros, que interações estabelecem —, e relativamente à própria matéria. Margarida comentou vários episódios onde as atitudes dos alunos evidenciam experiências de trabalho anteriores com características muito diferentes do trabalho investigativo. Um deles registou-se logo na primeira investigação do 7º ano, onde os alunos se mostraram surpreendidos pela ideia de assumirem o protagonismo na aula, expondo no quadro as suas ideias, enquanto a professora ocupava um lugar de segundo plano, ouvindo o que eles tinham para dizer e gerindo as intervenções:

“Esta discussão correu muito bem uma vez que, como os alunos chegaram ao resultado correcto por caminhos diferentes, os alunos estavam bastante interessados em saber como é que os colegas tinham feito e super divertidos ao verem a professora sentada na cadeira e os colegas no quadro.” (1º relatório)

Outras situações comentadas por Margarida mostram a falta de autonomia dos alunos relativamente ao professor, que é visível pelas várias solicitações que lhe fazem. O caso seguinte é um exemplo curioso:

“Apenas senti que uma aluna, a Ana Paula, teve a necessidade de me mostrar e perguntar se estava correcto o que estava a fazer, apesar da Ana já lhe ter dito que sim. Isto é curioso pois esta mesma aluna já tinha tido numa aula passada assistida pela Ana, um procedimento similar. Não vejo isto como algo negativo mas sim como uma necessidade de mostrar à sua professora, de resto quem a vai avaliar, o que estava a fazer.” (1º relatório)

Contudo, o caso da aluna anterior é visto como um caso especial. Para Margarida, a falta de autonomia que a generalidade dos alunos evidencia tem a ver com a insegurança que sentem neste tipo de trabalho, onde não se trata de aplicar directamente um algoritmo ou os conteúdos aprendidos nas lições anteriores:

“Senti que os alunos ainda estão num nível de muita insegurança, não aceitando por eles próprios certas conclusões, sem que primeiro o professor diga se estão correctas ou não. Sinto-os ainda muito dependentes do

professor, o que no entanto penso que só continuando este tipo de trabalho, os alunos irão evoluir para algo mais autónomo.” (relatório final)

Mas se seria natural esperar que a autonomia dos alunos relativamente ao professor beneficiasse com o trabalho de grupo, uma vez que os alunos podem e devem recorrer aos seus colegas para discutir uma ideia ou clarificar uma dúvida, a verdade é que tal aconteceu poucas vezes. Mais uma vez, a falta de experiências de trabalho que envolvessem uma organização em grupo colocou várias dificuldades aos alunos que deviam funcionar dessa forma e à professora que tinha de gerir o trabalho da turma. A professora fez várias referências, ao longo do ano, ao funcionamento dos grupos. O seguinte episódio passou-se na turma de 10º ano e mostra como, mesmo em grupo, os alunos continuam a recorrer sobretudo ao professor para avançarem no seu trabalho:

“Eu lembro-me de um grupo que estava com muita dúvida — não sabiam como é que haviam de fazer aquela das funções lineares, dizer como seria o gráfico da função dada a expressão; não sabiam se haviam de escrever, se haviam de desenhar... — e eles aí pararam! Eu acho que eles podiam avançar para outra coisa e deixar aquilo! Mas, pronto, eu acho que isso com a experiência deles se vai adquirindo...” (discussão das aulas, 2ª investigação)

A novidade do trabalho de grupo levantou também outros problemas, inesperados para Margarida, e que lhe colocaram dúvidas relativamente à sua forma de agir. A seguinte história aconteceu na primeira investigação com o 7º ano e constituiu um verdadeiro dilema:

“Foi aí que, na minha opinião, surgiu o primeiro problema da aula, problema esse que confesso ter-me deixado um pouco sem saber o que fazer. Um aluno, o Marco, recusou-se a juntar-se aos seus colegas alegando querer estar sozinho. Nada do que eu lhe disse o fez mudar de atitude, nem mesmo lembrar-lhe que esta não era a primeira vez que trabalhavam em grupo. Perante o sucedido, nada mais disse ao aluno nos instantes seguintes e comecei a circular de grupo em grupo, por um lado para esclarecer as dúvidas que vários alunos me estavam a colocar, mas também para pensar numa solução para o Marco sem correr o risco de entrar no conflito *vai-te juntar com aqueles colegas para começarem a trabalhar* e o aluno dizer *não vou*. Quando me encaminhei para o primeiro grupo que me chamou, e depois de esclarecer a dúvida que me estavam a colocar, tive uma ideia, ideia essa que surgiu do facto desses alunos terem o livro da disciplina em cima da mesa. Depressa o abri e escolhi três problemas que ainda não tínhamos resolvido na aula. Fui junto do Marco e disse-lhe que teria que resolver aqueles problemas e entregá-los por escrito numa folha à parte no final da aula. No entanto, apercebi-me que o aluno, embora sozinho, estava

a tentar resolver a tarefa e nos minutos seguintes não fui ao pé dele para ver o que dali iria sair.” (1º relatório)

No fim do ano, a professora fez um balanço positivo notando uma certa evolução dos alunos. No entanto, não deixou de referir o quanto pode dificultar a inexistência de experiências deste tipo no passado dos alunos:

“Aprenderam a ouvir e respeitar as opiniões dos colegas, embora considere que o facto destes alunos raramente trabalharem em grupo, prejudicou de certa forma o desenrolar das diversas investigações. Estes, além de centrarem a sua atenção exclusivamente na própria investigação, envolviam-se por vezes em questões relativas ao trabalho de grupo, nomeadamente no querer partilhar as ideias e conclusões por parte de uns, e num insistente trabalho individual, por parte de outros.” (relatório final)

Aprendizagem dos alunos

Ao longo do ano e nas reflexões produzidas por Margarida, não se encontram muitas referências à aprendizagem dos alunos mais directamente ligada à actividade de investigação. Especialmente no início, a professora tendia a centrar a sua análise da aula em si — seus pensamentos, formas de agir e dificuldades sentidas —, e menos na análise da actividade dos alunos. Uma possível explicação para este facto é a dificuldade referida pela própria Margarida em conseguir aceder às formas de trabalho dos alunos, por estar tão preocupada com a gestão do trabalho da aula. Contudo, há alguns episódios que a professora não deixa de comentar e que ilustram uma evolução sobre o conhecimento dos alunos.

O facto dos seus alunos não estarem habituados a actividades de carácter mais aberto desencadeou neles reacções que expõem algumas das concepções que têm relativamente à Matemática e ao tipo de trabalho que esperam realizar na aula. A primeira investigação que a Margarida realizou com os seus alunos, na turma de 7º ano, gerou um episódio interessante. Após ter feito uma breve introdução sobre a actividade, Margarida percorreu os grupos para responder a solicitações ou acompanhar a realização da actividade. Num dos grupos, os alunos estavam à procura no manual de Matemática de algo que se assemelhasse com aquela tarefa ou do conteúdo que deveriam ali aplicar. A partir deste episódio a professora retirou algumas ilações:

“Eles prendem-se muito à matéria, tanto que houve um grupo que foi ao livro, ver onde é que estava! Viram lá uma coisa com quadrados, que por

acaso até era da raiz quadrada e pensou que aquilo tivesse alguma coisa a ver e tentou foi comparar... E por isso vê-se que eles não estavam a compreender o que aquilo era e para que é que a gente precisava de fazer aquilo...” (discussão das aulas, 1ª investigação)

Durante a aula de discussão de resultados desta mesma investigação, houve outro episódio que Margarida referiu para ilustrar a concepção dos alunos de que em Matemática existe um só processo de resolver um problema. Depois de apresentada uma resolução de uma aluna, outra colega foi ao quadro apresentar a sua, ao que a primeira exclamou: “Oh professora, mas por que é que ela está ali a escrever aquelas coisas? Ela só está a complicar!”. Nesta situação Margarida procurou favorecer uma melhor compreensão da natureza da Matemática, utilizando para isso uma analogia com uma situação da realidade:

“Olha lá, se estás aqui em Lisboa, tu para ires para Coimbra, podes ir junto ao mar ou podes ir assim dar uma grande volta, e depois disse este tipo de problemas podem resolver-se de uma maneira ou de outra [...] eles têm a ideia que aquilo é assim e faz-se assim, se não for assim já está mal!” (discussão das aulas, 1ª investigação)

Para além dos conhecimentos ou concepções que os alunos exibem durante a realização de investigações, a forma como eles se envolvem na actividade — processos matemáticos utilizados, erros comuns, dificuldades — foram pontualmente assinalados por Margarida. No seguinte episódio, passado já no terceiro período aquando da realização da tarefa *Números em escada* no 7º ano, a professora relata o raciocínio realizado pelos alunos, a dificuldade por eles sentida em ultrapassar o erro e o papel que desempenhou nessa situação:

“Relativamente às respostas dos alunos às várias questões, houve algo que me apercebi e que aconteceu em quase todos os grupos. Quando os alunos descobriram que eram os números ímpares que se podiam obter como soma de dois números consecutivos, e ao lerem a pergunta seguinte onde o objectivo era descobrir quais os números que se podiam obter como soma de três números consecutivos, muito prontamente julgaram que eram os números pares. Depois de fazerem alguns exemplos, verificaram que as suas conjecturas estavam erradas, o que na minha opinião é bastante positivo os alunos perceberem que nem sempre o que pensam é verdade. No entanto, o facto de os alunos estarem à espera que o resultado fosse os números pares e já terem constatado que uma resposta correcta era os números ímpares, impediu que os alunos procurassem outras relações entre os números. Para eles era óbvio que a resposta correcta seria, ora um número par, ora um número ímpar e assim sucessivamente. Desta forma,

tive que dizer aos alunos para olharem mais uma vez para os números que obtiveram e verificarem se não tinham mais nada de especial. Depois desta minha chamada de atenção, os alunos não tiveram quaisquer dificuldades em concluir que se tratavam dos múltiplos de três ou mesmo como alguns disseram, a tabuada do três.” (3º relatório)

Ainda sobre esta investigação, Margarida comenta as dificuldades dos alunos em responder a algumas questões, justificadas pela sua in experiência neste tipo de trabalho:

“Relativamente às duas últimas questões, os alunos sentiram maiores dificuldades na sua resolução. No entanto, penso que estas dificuldades se prenderam essencialmente com a estratégia utilizada. Os alunos, dada a sua in experiência na resolução deste tipo de actividades, ainda não se aperceberam da ajuda que a sistematização pode trazer para o sucesso da investigação. Neste caso, se os alunos tivessem feito uma lista com os números em escada que foram obtendo ao longo das várias perguntas anteriores teria sido mais fácil descobrirem quais os números que não são em escada.” (3º relatório)

Curiosamente, é sobretudo no final do ano que a professora fala do desempenho dos seus alunos, dando exemplos de situações concretas, o que indicia uma disponibilidade progressivamente maior para centrar as atenções nos alunos e não em si.

A reflexão sobre as aulas de investigação

Nas reflexões que Margarida realizou ao longo do ano ficou patente a sua capacidade de analisar os acontecimentos da aula atendendo a elementos do contexto, como as características específicas dos seus alunos (idade, percurso escolar, ambiente sociocultural,...). Os vários extractos do seu discurso que foram anteriormente apresentados, ilustram a forma como espontaneamente reflecte sobre as experiências, retirando ensinamentos que procura aplicar em momentos futuros. Aliás, é essa capacidade de reflexão que a levou a superar as muitas dificuldades que sentiu em implementar as actividades de investigação na sua turma de 7º ano, devido aos problemas que essa turma colocava ao nível de ambiente na sala de aula. Embora valorize muito a experiência, a própria professora tem também consciência que é necessário reflectir sobre a mesma, sob pena de podermos ser enganados pelos resultados mais imediatos e aparentes:

“A experiência da própria aula também me serve para ajudar a melhorar as próximas. Consigo ver o que é que correu bem o que não correu e sempre

para me ajudar a melhorar este ou aquele aspecto [...] Por exemplo, já não me lembro bem em que actividade é que foi, os meus alunos e os da Ana aderiram muito bem, os do Pedro não! E depois foi discutido o porquê. Então foi numa aula ao fim da tarde, em que os alunos tinham vindo depois de uma aula de Educação Física... Não é caso para dizer *esta actividade é um desastre, nunca mais vou fazer isto!* Porque o ter discutido e o ter visto que connosco as coisas correram bem, e depois de pensar um pouco o que é que levou a que ele não tenha corrido bem, ajuda [...] A minha actividade de investigação do início, se eu não tivesse visto como as outras tinham corrido muito melhor e se eu não acreditasse e não quisesse levar isto adiante era meio caminho andado, uma desculpa para eu dizer *Não dá!* [...] É importante também depois das coisas acontecerem reflectir um pouco e falar, ver o que é está melhor, o que é que podia ter corrido melhor, eu acho que é muito importante nesse sentido.” (última entrevista)

Contudo, apesar de Margarida reconhecer e integrar a reflexão como uma actividade necessária ao seu trabalho, os dados parecem indicar alguma falta de aprofundamento nas suas reflexões. Mais concretamente, é possível identificar uma tendência permanente da professora centrar a sua reflexão em torno de si própria, imputando à sua pessoa as responsabilidades do que acontece na aula, do que os alunos aprendem, dos hábitos que adquirem e negligenciando outros factores menos aparentes. Os seguintes excertos do seu discurso podem, entre muitos outros, ilustrar esta ideia:

“Algo em que tive certas dificuldades, foi em incentivar os alunos a registarem tudo o que tinham feito...” (2º relatório)

“Não tive ideias suficientemente capazes para alterar o rumo dos acontecimentos, apesar de ter plena consciência que tentei fazer o meu melhor...” (3º relatório)

“Sentia necessidade de verificar se era somente devido ao elevado número de grupos nas quais a turma estava dividida que o apoio que lhes estava a dar não estava a resultar, ou se, por outro lado, era eu que não estava a ser eficaz e a desempenhar correctamente as minhas funções numa aula daquele tipo.” (3º relatório)

“Senti algumas dificuldades em implementar este tipo de actividades no habitual modo de trabalho destes alunos, nomeadamente fazer-lhes discutir e argumentar as suas ideias...” (relatório final)

Esta tendência para centrar a análise da aula em si é, aparentemente, reforçada pelo tipo de observações que Margarida faz durante as aulas. A difícil gestão do trabalho dos grupos e a sua preocupação em resolver rapidamente as dificuldades dos

alunos, diminuem a sua condição de observadora, impedindo-a de recolher dados mais consistentes sobre a actividade dos alunos. Contudo, relativamente a isto, é possível identificar uma evolução positiva, como ficou ilustrado no ponto sobre a aprendizagem dos alunos.

Conclusão

O trabalho realizado ao longo do ano com Margarida e a relação de proximidade que se estabeleceu entre nós, permitiu conhecer um conjunto de atitudes relativamente ao ensino da Matemática e, em particular, à realização de actividades de investigação, bem como alguns aspectos da respectiva evolução.

Um dos aspectos que se manteve ao longo do ano, diz respeito à vontade manifestada por Margarida de fazer um “trabalho diferente” com os alunos, “com o intuito de proporcionar uma outra visão da Matemática e tentando criar um gosto especial por esta disciplina” (relatório final). Por “trabalho diferente” Margarida quer significar metodologias que se afastem das aulas ditas tradicionais, o que inclui jogos, tecnologia, materiais manipuláveis, resolução de problemas e, claro, actividades de investigação. No entanto, esta intenção, que salienta várias vezes, não atenua a importância que atribui à leccionação dos conteúdos. Aliás, podemos até afirmar que existe uma certa contradição entre o seu discurso — em que valoriza muito as capacidades e atitudes a desenvolver nos alunos — e algumas das suas acções — como a análise que fez do programa, quase exclusivamente do ponto de vista dos conteúdos. Contudo, há aspectos da sua prática que estão em consonância com as suas intenções, como a introdução dos jogos nas suas aulas.

A forma como Margarida encara a realização de actividades de investigação na aula de Matemática, está naturalmente dependente da importância que lhes atribui. Apesar de a professora apresentar, desde o início do ano, um discurso que valoriza este tipo de actividades, esta valorização não é inicialmente genuína. Isto é, a professora reconhece que as actividades de investigação são importantes na formação matemática dos alunos, mas por “confiar” nas palavras de outros e não por ser algo que é verdadeiramente sentido por si. Também inicialmente, parece não haver uma distinção

clara entre os objectivos das várias metodologias que encara como inovadoras — todas se encaixam nas “capacidades e atitudes”, mas estas parecem reduzir-se à mudança da visão sobre a Matemática.

Contudo, ao longo do ano, com a experiência da realização de investigações e a reflexão sobre essa experiência, Margarida desenvolve uma compreensão mais profunda sobre o alcance e especificidade destas actividades, reconhecendo as suas potencialidades ao nível do desenvolvimento da comunicação e do pensamento matemático. É também da experiência e, principalmente, da percepção de resultados positivos nas investigações realizadas, que emerge em si uma maior valorização das actividades de investigação. Em particular, o que parece sensibilizar mais a professora é a percepção de que os alunos aprofundam a sua compreensão dos conceitos, mais do que o desenvolvimento de processos matemáticos importantes. Este facto não é de todo surpreendente, visto que os estagiários estão muito ligados a um ensino em que apenas se valorizava o “domínio” de conteúdos e procedimentos mais ou menos rotineiros.

Outra atitude que importa conhecer, diz respeito à confiança com que Margarida encara a realização de investigações nas suas aulas. No início do ano, a professora manifestou uma grande insegurança perante esta metodologia, à qual podemos associar vários factores. Em primeiro lugar, as fracas expectativas sobre o desempenho dos alunos, sobre a sua motivação para este tipo de trabalho e consequente comportamento; em segundo, a sua inexperiência na condução de aulas de carácter investigativo, a percepção da complexidade do seu papel (particularmente, na fase de apoio) que é potenciada pelas características das suas turmas (principalmente a do 7º ano), em que a manutenção de um ambiente de trabalho é particularmente difícil.

Ao longo do ano, registou-se um aumento considerável na confiança de Margarida para enfrentar o trabalho investigativo nas suas aulas. Esse aumento de confiança depende igualmente de vários factores, de diferente relevância. Entre os factores muito importantes parecem estar: a preparação conjunta (com os seus colegas e comigo) e bastante cuidada da aula, o que envolve a exploração da tarefa, a previsão das dificuldades e dúvidas dos alunos, a antecipação de questões e pistas a fornecer aos alunos; o apoio que sente dos seus colegas e orientadoras; a percepção de uma boa adequação da tarefa ao tipo de alunos, em aspectos como a estrutura, o grau de abertura, o interesse da tarefa; a percepção de resultados positivos por parte dos alunos (pelo

menos de alguns), o que implica manifestações de interesse e desempenhos razoáveis nas actividades. A realização de determinadas experiências evidenciou outros factores que parecem assumir importância para a crescente confiança da professora, entre eles: o domínio de elementos “novos” na aula, como a calculadora gráfica; o gosto pessoal pela tarefa proposta; a maior experiência dos alunos em actividades de investigação; a organização da aula de modo a facilitar a gestão do trabalho (por exemplo, aulas de turno). Finalmente, um factor que parece assumir grande importância mas que, necessariamente, só se poderia manifestar numa fase adiantada, é a experiência adquirida pela professora na condução deste tipo de trabalho.

Muito embora seja visível um claro aumento na confiança de Margarida, esse aumento não é, de todo, linear. Assim como se pode afirmar que a percepção de experiências positivas contribuem para a confiança da professora, naturalmente que as experiências negativas também abalam essa confiança, o que é manifesto na última investigação realizada no 7º ano. No entanto, é também nesta situação que se percebe a influência da própria personalidade de Margarida, que procura elevar os aspectos positivos e ultrapassar os aspectos negativos, tentando aprender quer com uns, quer com outros.

Ao longo do ano, Margarida mostrou também que os seus conhecimentos relativamente à realização de investigações na aula de Matemática evoluíram muito significativamente. No início, a professora tinha algumas ideias sobre a natureza destas actividades, sobre os papéis que alunos e professor deveriam desempenhar, sobre a forma de organizar os alunos, e sobre aspectos a valorizar no trabalho deles, como a comunicação de ideias de forma oral e escrita. Muitas das suas ideias iniciais mantiveram-se presentes, mas elas deixaram de ser conhecimentos mais ou menos avulsos para integrarem uma estrutura onde estão também presentes outros saberes que se relacionam entre si.

Com a preparação, realização e reflexão sobre as suas aulas, particularmente as de cunho investigativo, Margarida foi tomando consciência dos factores que podem influenciar a dinâmica de uma aula com este tipo de actividades, passando a considerá-los também na preparação das suas aulas. Por exemplo, a importância da apresentação da tarefa para a turma só foi verdadeiramente reconhecida a partir de um determinado acontecimento passado em aula e, conseqüentemente, a professora passou a considerar

relevante a preparação cuidadosa desse momento. Também o conhecimento crescente dos seus alunos passou a informar Margarida na construção ou adaptação das tarefas a propor, de forma a motivarem os alunos e a constituírem um bom suporte à actividade a desenvolver.

Contudo, se por um lado aumentaram os aspectos a que a professora passou a dar atenção durante a preparação das suas aulas, por outro ela foi sentindo mais confiança na sua capacidade de, espontaneamente, resolver questões que os alunos colocassem e maior disponibilidade para alterar a sua agenda no caso da experiência o revelar adequado.

Durante as aulas de investigação, a professora manteve a sua preocupação em promover e sustentar a motivação dos alunos relativamente à tarefa, o que procurou atingir de diversas formas. Por um lado, parece-lhe importante que todos os alunos compreendam a tarefa para nela se envolverem e a fase de apresentação passou a ser vista como um meio para atingir esse fim. Por outro lado, acha determinante a sua presença junto dos grupos ao longo do trabalho para que os alunos não se “percam” na actividade e desistam. Contudo, esta última preocupação foi sendo atenuada ao longo do tempo, dando lugar à convicção de que os alunos deveriam ser mais autónomos relativamente ao professor e trabalharem mais em grupo para resolverem algumas das suas dificuldades. Assim, Margarida parece ter-se libertado um pouco da obrigação de tirar, a todo o momento, as dúvidas dos alunos e, em contrapartida, passou a estar mais interessada em incentivar a discussão das suas ideias entre si e a promover o seu registo escrito. Para além disso, registou-se ainda a preocupação em conseguir ter uma noção mais exacta do trabalho realizado pelos alunos, das dificuldades enfrentadas, das estratégias encontradas, dos erros cometidos, etc.

A fase de apresentação e discussão de resultados só passou a ter um significado real e válido para Margarida depois de ser experimentada, já que esta não tinha qualquer ideia sobre os objectivos que este momento poderia cumprir e como deveria funcionar. Com a experiência e com a valorização que já atribuía à comunicação matemática entre os alunos, passou a considerar as situações em que se pudessem confrontar processos diferentes como as mais adequadas para trabalhar nesta fase, considerando como outras hipóteses o tratamento de novas questões, o esclarecimento de dúvidas, a correcção de aspectos de linguagem e análise do próprio processo de investigação.

A reflexão sobre as experiências vividas é algo que Margarida valoriza e faz espontaneamente. Considera que só assim é possível compreender os vários factores que influenciam o sucesso de uma aula, o que é absolutamente necessário para melhorar a qualidade do ensino. Contudo, a professora tende a centrar-se no seu desempenho quando reflecte sobre as suas experiências, por vezes deixando de lado aspectos importantes como a análise da aprendizagem dos alunos. Apesar disso, no fim do ano notou-se alguma tendência para inverter esta situação.

Transversal a todas estas fases e com grande influência sobre cada uma delas, está o conhecimento matemático de Margarida. De facto, a inexperiência e o pouco à vontade relativamente à actividade de investigação que demonstrou inicialmente, influenciou directamente a forma como encarava este tipo de trabalho na sala de aula — com uma visão pouco aprofundada do seu alcance educativo, com insegurança relativamente ao seu papel e fracas expectativas sobre as capacidades dos alunos —, e teve consequências na condução das suas aulas que procuraram ser reduzidas com uma boa preparação conjunta. Isso implicou, por exemplo, uma atenção particular na exploração matemática da tarefa, envolvendo um esforço no sentido de conseguir abordagens diferentes e a identificação de aspectos críticos que poderiam ser trabalhados na fase de discussão. Este investimento acabou por surtir efeito no próprio conhecimento matemático da professora que, no final do ano, mostrou um desempenho bastante melhor neste tipo de tarefa e uma disposição mais favorável face a este trabalho.

A análise que faço sobre a evolução do conhecimento didáctico de Margarida, nos seus mais variados aspectos, aponta para a existência de quatro fontes: a experiência, a reflexão sobre a experiência, a interacção com os seus colegas e orientadoras e a análise de textos teóricos directamente ligados ao tema das investigações, todas elas com um contributo diferenciado.

A experiência foi, sem dúvida, determinante para Margarida e a ela salienta-o frequentemente. De facto, o seu discurso está cheio de referências a acontecimentos como forma de justificar a sua maneira de agir ou de pensar. Mas algo que eventualmente poderá estar menos explícito, mas que é igualmente decisivo, é a reflexão sobre essa mesma experiência e que a professora tão bem justifica nas suas palavras.

Para além da experiência e da reflexão sobre a experiência, pode-se perguntar qual o papel que teve o trabalho cooperativo com os seus colegas e orientadoras. Os dados recolhidos ao longo do trabalho sugerem que esta estrutura de apoio foi importante também como promotora das próprias experiências e da sua reflexão. Isto é, as experiências que a professora viveu, a forma como as encarou e a reflexão que fez sobre elas foram fortemente influenciadas pela interacção com os seus colegas e orientadoras, em particular por mim. Por exemplo, se enquanto orientadora não tivesse sugerido que os estagiários fizessem uma apresentação da tarefa à turma, provavelmente essa não teria sido nunca realizada, ou pelo menos não numa fase inicial. É nesse sentido que afirmo a importância para a promoção das experiências. Também a confiança com que Margarida enfrentou a realização da primeira investigação deveu-se em grande medida ao trabalho de preparação que fizemos em conjunto. Este é um caso que ilustra a influência que exerci na forma como Margarida encarou as suas experiências. Quanto às suas reflexões, em parte elas devem-se a um trabalho de análise individual, no entanto, o facto de discutirmos as suas ideias permitiu à professora repensar e aprofundar certos aspectos. Como ela própria Margarida afirma, a preparação conjunta serve “para ajudar a implementar” e as discussões ajudam para “analisar e depois reflectir na maneira como as coisas correram”.

Finalmente, interessa saber como foi integrado o conhecimento mais teórico que foi trabalhado a partir da leitura e análise de textos propostos por mim. Nos testemunhos recolhidos ao longo do ano, não se encontram referências da professora relativamente a esse trabalho e é difícil perceber a influência que ele teve no seu conhecimento. Quando questionada sobre esse aspecto, Margarida não nega a sua relevância e o seu papel na aprendizagem, mas estabelece a importância desse conhecimento ser trabalhado sobre alguma experiência prática de situações de sala de aula, como forma de lhe atribuir significado:

“Mesmo as próprias leituras que nós fizemos, é engraçado porque nós depois de estarmos... quer dizer nós também podíamos ler antes, mas se lermos depois já sabemos o que é que aquilo está a tratar. Eu acho que estar a ler uma coisa, eu digo sinceramente no início quando nós lemos um texto para a discutir com a professora, é assim eu estava a ler, senti que percebi o que estava a ler mas não sentia na pele o que era aquilo. Lendo depois já me enquadro, parece que aquilo aconteceu comigo, e parece que é diferente. Eu acho que ajuda muito nisso, depois para ajudar a reflectir e para realmente dizer *isto não acontece só connosco, as pessoas também têm dificuldades,*

ou *isto também corre bem* e eu acho que isso também é importante.” (última entrevista)

Margarida constitui assim o caso de uma professora estagiária que procura integrar na sua prática metodologias inovadoras como forma de motivar os seus alunos e proporcionar uma aprendizagem mais eficaz. A introdução dessas metodologias, como é o caso da realização de investigações, é feita com bastante insegurança. No entanto, a atitude positiva com que habitualmente encara os desafios, o apoio que procura nos seus colegas e orientadoras e o investimento que faz na preparação do trabalho, permitem-lhe ir ultrapassando os obstáculos que lhe surgem no caminho, os mais difíceis dos quais se prendem com a atitude desinteressada de muitos dos seus alunos.

VII. Pedro

Pedro tem 22 anos e vive na margem sul do Tejo com os seus pais e irmãs. É um jovem de temperamento reservado e um pouco tímido, que sente alguma dificuldade em falar espontaneamente das suas ideias na presença de pessoas que lhe são pouco familiares. Estas características parecem determinar alguma independência na sua forma estar na vida. Isso não significa, porém, que não valorize a relação com os seus colegas ou que despreze o trabalho em equipa. Pelo contrário, este professor estagiário realça em vários momentos a importância do trabalho e da reflexão conjunta, contudo, isso representa para si um esforço, pois é algo que tende a ir contra a sua natureza. Na sua profissão, Pedro é bastante cumpridor das suas responsabilidades e manifesta disponibilidade para investir no trabalho. Para além disso, mostra ainda determinação em alcançar os seus objectivos, mesmo que isso represente um esforço considerável da sua parte.

Ser professor de Matemática não foi a primeira escolha de Pedro. Na verdade, médico foi a profissão que sempre quis ter, mas isso não foi possível devido às elevadas médias de acesso aos cursos de medicina. Assim sendo, o gosto pela Matemática originou a sua segunda escolha que se concretizou com o ingresso no curso de Ensino da Matemática na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Já durante o curso, ainda considerou a hipótese de não seguir a via de ensino, finalizando o curso de Matemática. No entanto, a perspectiva de fazer investigação e seguir uma carreira académica não o cativou, ao contrário da ideia de ser professor do ensino secundário, uma profissão que já tem tradição na família.

Talvez por esta familiaridade com o ambiente escolar, Pedro sempre se adaptou bem a ele, quer no ensino básico, quer no ensino superior. Foi isso que aconteceu logo no primeiro ano do curso. Como conta:

“No primeiro semestre que estive cá, gostei do que vi, adaptei-me bem e continuei. Nos três anos com a Matemática adaptei-me bem, mais ou menos difícil consoante as cadeiras, umas davam menos trabalho...” (1ª entrevista)

Isto não significa, porém, que fosse um aluno modelo. Como ele próprio confessa:

“O meu método não serve de exemplo para ninguém [...] no primeiro semestre, experimentei e tive dois meses sem fazer nada, ali no bar a jogar às cartas, mas depois o último mês antes dos exames era para estudar, era para estudar. E o primeiro semestre resultou, o segundo resultou, e foi resultando sempre até que acabei o curso...” (1ª entrevista)

Portanto, Pedro faltava a muitas aulas, sobretudo as teóricas. Na sua perspectiva, o que não ouvia nessas aulas podia ser colmatado através do estudo de sebatas, ou outros apontamentos. Da parte dos professores não sentia abertura para discutir alguma dúvida que pudesse ter, mas isso também não parecia incomodá-lo muito. O que é facto é que, apesar do seu aparente desinteresse, considerou esta experiência positiva. A sua relação com a Matemática foi bastante boa, a ponto de chegar a considerar a hipótese de ingressar no ramo científico.

Habituação a gerir os estudos independentemente, conforme a sua vontade e necessidade, a mudança para o 4º ano causou-lhe alguma perturbação. Disciplinas com conteúdos muito diferentes, formas de trabalhar que incluíam a leitura e análise de textos, a produção de reflexões escritas, envolvendo o trabalho com colegas e exigindo uma dedicação contínua, constituíram uma mudança que Pedro considerou violenta. Contudo, achou que esta experiência foi importante para a mudança de concepções relativamente ao ensino da Matemática e para a criação de hábitos de trabalho conjunto:

“Por exemplo, o caso da resolução de problemas e de investigações, como isso pode ser abordado pelos alunos. Porque nós estamos habituados a um esquema onde se dá a matéria, resolve-se exercícios e está-se pronto para o exame; esquema que nós estamos habituados, o esquema que eu tive no liceu. E possivelmente se eu não tivesse passado, se eu não tivesse sido alertado para isso, ia agora para estágio fazer exactamente a mesma coisa: dava a matéria, resolvia exercícios e fazia o teste, acabava e não fazia mais nada. Acho que este é o principal aspecto positivo, alertar para outras perspectivas e outras formas de encarar o ensino, não só daquela forma tradicional. E outra coisa, promove muito o trabalho em grupos. Os primeiros três anos são altamente individuais e o quarto ano promove o trabalho em grupo, que penso que é vantajoso por exemplo para as escolas, para o trabalho nas escolas.” (1ª entrevista)

De qualquer forma, o professor estagiário também tem críticas a apresentar à formação que teve no 4º ano. A principal tem que ver com o carácter teórico de algumas das disciplinas e que chocou com necessidades mais pragmáticas que sentia. Também

por isso, preferia as disciplinas mais especificamente relacionadas com o ensino da Matemática, e menosprezava o interesse de outras de carácter mais genérico.

Depois de ter completado todas as disciplinas científicas e educacionais, a atenção e as expectativas de Pedro dirigiram-se para o ano de estágio. Consciente da difícil tarefa que é ensinar, deposita neste momento de formação a vontade de trabalhar e a confiança de vir a aprender bastante, aproveitando as condições que considera particularmente favoráveis a essa aprendizagem:

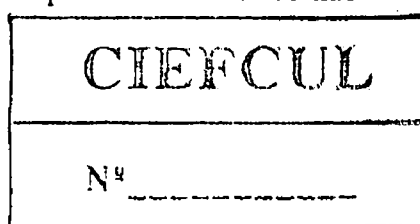
“É um ano onde de certeza vou aprender muita coisa, vou trabalhar muito, mas vou aprender muita coisa e acho que é um ano onde principalmente se deve experimentar, e não ter medo de experimentar, porque é um ano onde estamos a ser apoiados e penso que isso é muito importante. E é aquele ano em que se nós falharmos nalguma coisa temos alguém que nos diz falhámos ali e dá sugestões de como é que podemos fazer melhor. Por isso será um ano com muita aprendizagem e acho que vai ser muito proveitoso para o futuro.” (1ª entrevista)

Conhecimento matemático

Começamos por considerar o conhecimento matemática de Pedro e o modo como esse conhecimento é usado quando ele próprio realiza investigações matemáticas.

Pedro pertence ao pequeno grupo de alunos que atravessou a licenciatura em Ensino da Matemática com um sucesso continuado nas disciplinas da especialidade, apesar do seu investimento nos estudos se restringir, de um modo geral, às semanas que antecedem os testes e exames. Mesmo trocando muitas das aulas pela animação dos jogos de cartas no bar da Faculdade, o esforço que fez nesses momentos foi suficiente para lhe garantir o aproveitamento. Mas não se pense por isso que Pedro não leva a sério a sua formação matemática. Pelo contrário, essa é provavelmente a componente de formação a que reconhece maior importância, já que para si, “um professor de matemática é, acima de tudo, um matemático”. Mas vejamos como este professor analisa a adequação dos conhecimentos que o curso lhe proporcionou à sua profissão:

“No que respeita à Matemática do primeiro ao terceiro ano e vendo agora que já acabei, penso que a Matemática que nós aprendemos não tem nada a ver com a Matemática que nós damos. Está certo que um matemático não



tem só que saber aquilo que vai dar, tem de saber mais, mas acho que está um pouco exagerado e que estamos a aprofundar coisas que não vamos utilizar nunca. Como já disse uma vez na aula, penso que a principal vantagem que nós temos é a forma de pensar e a forma de ver as coisas. E se nós aprofundarmos certos ramos ficamos com maneiras diferentes de ver as coisas e depois podemos facilmente adaptar para o que queremos transmitir. Mas penso que fazia falta pelo menos uma cadeira por ano... (disse assim um número por alto), de Matemática mais concreta, que nós vamos leccionar, no caso da Matemática para o ensino” (1ª entrevista)

No fim do ano lectivo, o professor reitera esta ideia. Na sua perspectiva, a formação na especialidade proporcionou-lhe, sobretudo, o desenvolvimento do raciocínio matemático. Quanto aos conteúdos, parece-lhe que eles são tratados a partir de um nível tão superior que, por vezes, não servem de suporte ao trabalho do professor. É o caso da estatística, área em que sente grandes lacunas:

“Aqui no curso tive duas cadeiras que demos estatística, mas estatística da grossa, ou seja, aquilo que eu dei aqui não utilizei nada no liceu. Deparei-me com aqueles conceitos básicos, digamos que tive a parte de cima do icebergue e não dei nada da parte de baixo, ou seja, o que eu vou dar é as bases e das bases eu não sei nada. Tive a trabalhar com coisas que não faziam o mínimo sentido, ou seja, sabia resolver aquilo, fazia-se assim, pronto fiz a cadeira, não sei para o que é que isto serve!” (última entrevista)

Portanto, Pedro critica a formação matemática que teve por esta não lhe ter proporcionado um conhecimento mais completo das diferentes áreas que deve leccionar nos ensinos básico e secundário. Na sua perspectiva, tão importante como o aprofundamento de alguns temas é o trabalho sobre os conceitos fundamentais que tem sido desprezado. Nesse sentido, espera que a frequência do mestrado “Matemática para o ensino” em que pensa ingressar no próximo ano lectivo, possa colmatar as lacunas que actualmente sente e alargar os seus conhecimentos matemáticos noutras áreas.

Note-se que alguns problemas que Pedro encontra no seu conhecimento matemático só foram sentidos depois de se envolver em actividades relacionadas com o ensino. Foi o que aconteceu no caso da estatística. Porém, Pedro sentiu ainda uma outra dificuldade que é transversal às várias áreas da Matemática: a oposição concreto vs abstracto. Na sua opinião, durante a formação trabalhou fundamentalmente sobre o abstracto, sem recorrer por exemplo a modelos ou a aplicações da Matemática, e isso dificultou o trabalho a desenvolver com os alunos que, frequentemente, se realiza a partir do concreto (mesmo que procure também promover a abstracção):

“Habituar-nos a trabalhar num nível de abstracção tão alto que já é difícil voltar para trás, ou seja aos conceitos base, trabalhar com a base da Matemática tornou-se um pouco difícil” (1ª entrevista)

Esta dificuldade foi detectada por Pedro logo no 4º ano da licenciatura, em disciplinas como a Metodologia do Ensino da Matemática e Interdisciplinaridade Ciências-Matemática, onde lhe foi proposta a resolução de problemas e investigações. Segundo recorda:

“O primeiro contacto foi difícil, era o voltar a descer ao nível da abstracção mais baixa, e começámos a ver situações reais que não víamos. Como é que a Matemática está ali? Principalmente procurarmos Matemática nas coisas reais, tentar descobrir o que há de Matemática nas coisas reais.” (1ª entrevista)

A dificuldade que sentiu em actividades onde a Matemática é trabalhada a um nível diferente esteve também presente em algumas das tarefas que propôs aos seus alunos, particularmente em actividades mais abertas como as investigações. Essas dificuldades traduzem-se, por um lado, na tendência natural que tem para recorrer a processos mais complexos (que os alunos dificilmente utilizariam) e que, por vezes, até não são os mais adequados à situação ou limitam o campo de investigação. Por outro lado, esses processos também não são diversificados, há uma tendência considerável para utilizar exclusivamente estratégias algébricas, enquanto que raramente usa processos geométricos.

Estes aspectos foram perceptíveis em várias ocasiões. Logo na preparação da tarefa *Quadrados com fósforos*, mostrou-se muito admirado quando foi confrontado com as várias estratégias possíveis que eu lhe apresentei. Ele próprio só imaginava uma: chegar a uma fórmula. Também durante a resolução da tarefa *Números em escada*, passou imediatamente da leitura do enunciado para a resolução algébrica. Por exemplo, para responder à questão *Que números podem ser escritos como soma de dois números consecutivos?*, não considerou casos particulares, imediatamente fez $n + (n + 1)$, simplificou e deu a resposta. No entanto, houve uma diferença óbvia na atitude do professor entre as resoluções da primeira e da última tarefa. Na primeira, Pedro resumiu a sua própria investigação à procura de uma resposta, mesmo quando foi solicitado a imaginar outros prolongamentos para a investigação não apresentou qualquer ideia. Na última, pareceu completamente mergulhado na actividade e envolveu-se noutros

desafios, como a demonstração de algumas conjecturas, apenas por seu próprio prazer. O espírito da investigação pareceu envolvê-lo totalmente. De qualquer maneira, em ambas as situações foi incentivado a olhar a tarefa da perspectiva dos alunos, ou seja, tentar imaginar a forma como poderiam resolver a tarefa, que dificuldades poderiam aparecer. Naturalmente que, sendo o terreno da abstracção aquele em que se sente mais confortável, captar a perspectiva de alunos de 7º ano foi algo difícil para jovem professor, mas que veio a considerar de grande utilidade:

“Durante este ano, tive também a oportunidade de constatar que ainda possuo um leque bastante limitado de maneiras de abordar as questões. Quando preparávamos as actividades, pude verificar que existiam inúmeras maneiras de explorar as situações e que eu me tinha limitado a uma delas. Este aspecto toma especial relevância pois, muitas das vezes, a estratégia por mim escolhida dificilmente seria a estratégia utilizada pelos alunos, dada a *bagagem* matemática necessária para a realizar. Apercebi-me de que é bom conseguir explorar a actividade recorrendo aos meus conhecimentos matemáticos, mas que é mais frutuoso tentar imaginar-me como aluno e explorar a tarefa nesse ponto de vista. Só assim posso ter esperança de conseguir antever algumas das dificuldades dos alunos e poder reflectir na melhor forma de os auxiliar.” (relatório final)

Nesta reflexão, Pedro fala da sua tomada de consciência relativamente a algumas limitações do seu conhecimento matemático. De certa forma, esta constatação surpreendeu o professor. O seu percurso escolar evidencia uma capacidade de aprendizagem bastante grande, o que aliás é constantemente corroborado pelas suas colegas que o consideram especialmente bom a Matemática. Contudo, a realização de problemas e actividades de investigação parece ter facilitado a consciência de algumas lacunas no seu conhecimento. Na verdade, o professor considera que ao longo da sua formação, quer na escola quer na Faculdade, nunca havia realizado investigações. Só mais recentemente, em algumas disciplinas do 4º ano do curso e ao longo deste ano, é que este tipo de actividades entraram na sua prática, o que parece ter tido um papel fundamental em vários aspectos: na sua atitude face às investigações, na forma como se envolve nelas e na percepção sobre o seu próprio conhecimento. Vejamos o que aconteceu a propósito da tarefa *Sombras de um cubo*, uma tarefa que foi proposta com o objectivo de proporcionar mais experiências investigativas aos estagiários, por forma a desenvolverem o conhecimento e confiança necessários à realização destas actividades.

A tarefa em questão envolve a determinação das sombras de um cubo produzidas por um foco de luz situado em qualquer ponto exterior ao cubo, podendo ser realizada no ensino secundário (embora esse não fosse o objectivo). A tarefa foi proposta ao grupo de estagiários antes das férias do Natal e deveria ser resolvida individualmente, dando origem a um relatório. Pedro foi o único a cumprir com o combinado, já que as suas colegas não conseguiram desenvolver a investigação sozinhas. O relatório que entregou parece-me bastante revelador do conhecimento matemático do professor. A parte I da tarefa foi dividida em duas partes: a exploração experimental da situação, recorrendo à utilização do *software Geometer's Sketchpad*, e a exploração analítica da situação, na qual se provam as conjecturas elaboradas anteriormente. Esta secção é ilustrativa de toda a investigação, em que é perceptível uma capacidade de visualização e representação notáveis, associadas a um conhecimento de ferramentas analíticas relevantes, tanto da análise, através da utilização de limites, como da álgebra. Contudo, as partes III e IV evidenciam uma clara preferência pela utilização de métodos analíticos em detrimento de métodos geométricos. Na verdade, o enunciado pede explicitamente a utilização de um método geométrico que Pedro não apresentou. Mais uma vez, a sua resolução conduziu-o à descoberta de uma fórmula que depende da possibilidade de medir segmentos, uma condição desnecessária no método geométrico.

Posteriormente, quando discutimos a sua resolução, o professor reconheceu esta sua característica e contou um episódio que o fez reflectir sobre o assunto: No verão anterior, durante o encontro da Quality Class^{vii} em que teve oportunidade de participar, foram propostos vários problemas para os participantes resolverem e, em seguida, discutirem. Um dos participantes com quem discutia frequentemente as suas resoluções era de nacionalidade holandesa e, curiosamente, cada um usava métodos completamente diferentes do outro. Como Pedro conta, “primeiro discutíamos o problema entre nós e depois cada um virava-se para seu lado, eu fazia umas contas e o holandês uns desenhos!”

Para além dos conhecimentos que revelou, é também importante referir a sua disposição para actividades matemáticas mais abertas, sejam elas problemas ou investigações. Desde o início do ano que Pedro se mostra entusiasmado com a resolução deste tipo de tarefas. Certa vez até comentou que quando se envolve nelas não faz mais nada — uma atitude que aqueles que já se viram enredados num bom problema

matemático certamente reconhecerão. O seu entusiasmo é perceptível não só pelas suas palavras, mas também pela sua postura enquanto resolve uma investigação que lhe agrada: mesmo acompanhado, abstrai-se completamente do que o rodeia para se concentrar completamente no seu trabalho; os comentários que os outros fazem não o cativam muito, pois prefere seguir o seu raciocínio e intuição; os desafios que lhe são formulados na tarefa constituem apenas um ponto de partida, se lhe interessarem outras questões não deixa de as explorar.

Assim, Pedro parece ser o caso de um professor estagiário que gosta muito de Matemática e com conhecimentos que, de uma maneira geral, lhe fornecem um bom suporte ao seu trabalho e uma confiança que lhe permite encarar com entusiasmo os desafios que lhe são propostos. A realização de actividades de investigação parece ter desenvolvido em si a capacidade de usar estratégias diferentes, principalmente as que são mais próximas daquelas a que os alunos recorrem e, sobretudo, a compreensão mais fiel do seu próprio conhecimento matemático. Este metac conhecimento é também importante na medida que informa o professor sobre aspectos em que deve investir por forma a melhorar o seu desempenho.

Atitudes

Nesta secção, será apresentada uma análise das principais atitudes que Pedro manifesta relativamente ao ensino da Matemática e, em particular, relativamente à realização de actividades de investigação na sala de aula. Esta análise focou-se especialmente na segurança manifestada pelo professor relativamente a esta forma de trabalho, à valorização que lhe foi sendo atribuída e às expectativas que exibiu.

Atitudes relativas ao ensino da Matemática

As atitudes de Pedro relativamente ao ensino da Matemática são manifestadas em vários momentos de trabalho, percorrendo a preparação, condução e reflexão sobre as suas aulas. Porém, as entrevistas realizadas no início e no fim do ano contêm

testemunhos sobre as suas experiências que ilustram, particularmente, algumas dessas atitudes.

Quando fala sobre a importância que teve para si a formação na área da Didáctica da Matemática, o professor estagiário recorda como foi a sua experiência de aluno. Para si, esse passado é importante na medida em que ele influencia, ou determina mesmo, a forma como ensinará. Segundo ele, a formação que recebeu ajudou-o a posicionar-se de forma crítica perante esse tipo de ensino e deu-lhe algumas ideias que lhe permitem agir de outra forma. No entanto, com a prática do estágio, o professor espera vir a aprender muito mais, testando nas suas aulas as ideias que trouxe do curso e analisando a forma como resultaram:

“Porque nós estamos habituados a um esquema onde se dá a matéria, resolve-se exercícios e está-se pronto para o exame [...] se eu não tivesse sido alertado para isso, ia agora para estágio fazer exactamente a mesma coisa: dava a matéria, resolvia exercícios e fazia o teste, acabava e não fazia mais nada.” (1ª entrevista)

“Primeiro estou à espera de [no estágio] experimentar muita coisa nova e que eu não estou habituado a fazer, fora do esquema habitual, como referi há pouco e principalmente ver como é que aquilo vai resultar. E depois reflectir um pouco isso...” (1ª entrevista)

Portanto, Pedro tenciona distanciar-se do ensino que chama tradicional, onde o professor não recorre a metodologias de trabalho como a resolução de problemas, as investigações ou outros instrumentos de avaliação, como os relatórios. Contudo, para que essa intenção possa ser posta em prática, o professor estagiário encontra vários obstáculos. Desde logo, a sua própria inexperiência pode, na sua perspectiva, comprometer o sucesso educativo dessas metodologias:

“Só que para mim, estas actividades que eu não explorei enquanto aluno, estou agora a explorar como professor pela primeira vez, apesar de saber todas as vantagens que podem advir daí, não sei até que ponto é que eu vou conseguir trabalhar de forma a que essas vantagens apareçam. Portanto, não estou só a falar do sucesso da aula em si, mas dos alunos, de eles conseguirem a partir daquelas actividades desenvolverem o espírito de experimentação, o raciocínio matemático, a vontade de conhecer, de aprender” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Um outro obstáculo que Pedro identifica e que afecta a generalidade dos professores, é o próprio programa e o entendimento que se tem dele. Para si, as

orientações oficiais ainda valorizam sobretudo os objectivos relacionados com os conteúdos, menosprezam as capacidades e, pela sua extensão, condicionam fortemente o tipo de metodologias possíveis de usar, com alguma regularidade, na sala de aula. Este dilema que o professor relata no fim do ano foi realmente sentido por si, basta recordar a elaboração da planificação do primeiro capítulo do 10º ano (de que dei conta no capítulo V), ano em que esta preocupação se acentuou. Nessa altura, o professor estagiário foi apelidado pelas suas colegas de “contabilista” do grupo, por fazer contas às aulas sempre que se pensava em usar uma tarefa que pudesse ocupar mais tempo.

“Eu penso que [os programas] continuam a valorizar a parte mais tradicional. Uma pessoa vê o programa, tem a reunião de grupo e na reunião de grupo diz-se “é preciso cumprir o programa”. O que a pessoa faz é ver o programa e pensa *tenho que dar isto, isto e isto*. Muito bem, para dar isto é preciso dar nas aulas e já está com aulas a mais e não pôs nada de actividades diferentes, nem outro tipo de capacidades. Logo limita um pouco a pessoa que tenta investir noutras coisas. [...] Do que me apercebi do programa, vem mais valorizado mesmo a parte dos conteúdos, nem que seja pela própria extensão e pelo grau como é aprofundado. (última entrevista)

Para além do programa, este professor encontra ainda um outro entrave à adopção de novas metodologias na aula de Matemática — o exame no fim do 12º ano. Naturalmente, este factor já está implícito quando os professores se preocupam em cumprir todos os conteúdos dos programas do ensino secundário. Porém, para além disso, Pedro mostra-se muito desagradado com o estilo dessa prova, já que na sua perspectiva, também ela reforça a continuação de um trabalho mais tradicional na sala de aula, valorizando a simples resolução de exercícios e ignorando a resolução de problemas, a comunicação, etc.

“Estávamos à espera que no exame houvesse assim perguntas, que fosse gradualmente, mas que fossem fazendo perguntas... pequenos relatórios, que fazia a indicação que apareceria mesmo um pequeno relatório para fazer, actividades mesmo da vida real, situações problemáticas. O ano passado saiu a história do café, foi muito famosa a história do arrefecimento do café, este ano não saiu nada. O exame do 12º ano que eu vi este ano era igual ao meu, só tinha mais as partes das probabilidades que eu não dei, estava igualzinho aquilo...” (última entrevista)

A influência que esta prova tem no trabalho diário com os alunos é, obviamente, muito forte. O próprio professor estagiário mostra-se desiludido e confuso sobre o futuro. A ideia de que poderá estar a prejudicar os alunos, mesmo fazendo um tipo de

trabalho em que acredita, causa-lhe naturalmente um grande desconforto e um dilema sobre a sua forma de agir:

“Estamos a tentar mudar, a tentar fazer coisas diferentes, ajudar os alunos a trabalhar de maneira diferente e a pensar de forma diferente e depois o que é exigido a nível nacional é o que é tradicional, o que era antigamente... Uma pessoa fica assim um pouco... estou a fazer coisas diferentes mas eles estão a ser prejudicados em relação a um professor mais antigo, ou um mais novo que tenha uma mentalidade mais antiquada e que continuam a prepará-los daquela maneira. Eles chegam lá e aquilo para eles é muito fácil...” (última entrevista)

Na reflexão que Pedro fez no final do ano, destacou que a importância que este primeiro ano teve na construção da sua “forma de estar no ensino”. Certamente que esta ideia abarca as metodologias utilizadas na sala de aula, mas refere-se também à identificação de um estilo pessoal que conjugue a sua personalidade com as funções que deve desempenhar enquanto professor. Um dos aspectos importantes que esta forma de estar abarca é a relação com os alunos. O professor tem consciência da sua faceta reservada e sabe que a sua tendência é para menosprezar a dimensão relacional que está, inevitavelmente, sempre presente. A proximidade com os alunos deixa-o um pouco desconfortável e as situações de indisciplina tornam-se complicadas por, ao querer afirmar a sua autoridade, tomar decisões demasiado drásticas:

“Há alturas onde nós brincamos um pouco, tive a vantagem de ter tido uma turma muito brincalhona, vantagem entre aspas. Nós brincávamos, nós trabalhávamos, mas a mim fazia-me um pouco de confusão, quando... mesmo sendo pouco tempo ali, digamos quebrar um pouco o gelo, fazia-me um pouco de confusão. Nós brincávamos e eu estava sempre com a ideia: *já passou algum tempo, está na altura de voltar à matéria, há que voltar à matéria*, digamos assim que nesse aspecto sou um pouco rígido. Em termos de nível disciplinar, o meu principal problema é ter medo de fazer demais, porque a minha tendência natural é matar logo a coisa por ali. [...] Digamos a minha tendência natural é para *arruma as coisas e vai lá para fora*.” (última entrevista)

Como se percebe, o professor tem consciência de que esta sua postura poderá ser problemática e procura lutar contra ela. Como conta “...tentei-me aproximar mais, não ser tão rígido, não sentir que se não fosse rijo não perdia o meu lugar como professor” e, para isso, recorreu às suas colegas e à sua orientadora da escola, Filomena. Os quatro discutiram como poderia ultrapassar esta dificuldade e Pedro reconhece que evoluiu nesse sentido. De qualquer forma, se pudesse excluía da sua competência uma formação

que não tivesse que ver com a Matemática. Muito ao contrário do papel que sentiu ter de desempenhar este ano:

“Aquilo que eu queria quando optei por Matemática via ensino, eu queria ensinar, ser um professor para ensinar Matemática e deparei um pouco com um educador infantil...” (última entrevista)

Por este motivo, e apesar de ter abandonado a ideia de leccionar no ensino superior enquanto ainda andava a estudar, Pedro volta agora a repensar a sua decisão e a considerar a hipótese de seguir uma carreira académica onde, na sua perspectiva, a dimensão relacional está muito mais reduzida.

Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na sala de aula

No início do ano, durante a primeira entrevista realizada, Pedro mencionou a sua in experiência relativamente à realização de actividades de investigação. Em particular, durante o ensino básico e secundário, não recorda qualquer experiência que se assemelhe a este tipo de actividade. Contudo, importava na altura conhecer a posição do professor relativamente à pertinência do trabalho investigativo na aula de Matemática e ao lugar que lhe parece ser conferido no currículo.

Assim, nesta fase inicial, não mostrou qualquer hesitação sobre a sua importância, sendo que a principal vantagem que lhe reconheceu foi a possibilidade de serem os alunos a tirarem conclusões, o que considera positivo visto que estes retêm melhor aquilo que descobrem do que aquilo que alguém lhes transmite:

“Penso que sim e acho que é importante para eles, porque [...] em vez de ser o professor a transmitir, o que muitas vezes entra por um ouvido e sai por outro, ou decoram para o teste e depois esquecem, se forem eles a descobrirem acho que retêm aquilo muito mais tempo. Em contrapartida, para eles descobrirem também levam muito mais tempo... investigar determinada situação que de preferência seja motivante [...] está a descobrir coisas matemáticas; apesar de eles pensarem que aquilo não é fazer Matemática, Matemática é fazer exercícios. Estão a aprender muita coisa que depois vão utilizar mais tarde, nos próprios exercícios, nos problemas mais fechados [...] Se ele explorar armazena durante mais tempo, o que permite que para o ano ainda tenha essa informação e não seja necessário voltar a repetir” (1ª entrevista)

Assim, destas suas palavras, depreende-se que Pedro realmente valoriza as actividades de investigação. No entanto, a sua justificação indicia que essa valorização

se encontra mais relacionada com a aprendizagem de conteúdos do que com o desenvolvimento de capacidades. Esta sua posição também não é alterada pela leitura que faz dos programas. Na sua perspectiva, estes apresentam as actividades de investigação como uma sugestão que não tem muita força e que, para além disso, é incompatível com a quantidade de conteúdos que prescreve:

“Vem referido, mas penso que vem referido só como nota de rodapé, estão a dizer aquilo porque tem de dizer aquilo. Porque está mais que provado que aquele tipo de actividades beneficiam o aluno, mas depois escrevem isso e deixam o programa na mesma coisa, enorme. É difícil cumprir o programa e depois ainda querem que se faça actividades de investigação é um pouco... não joga uma coisa com a outra.” (1ª entrevista)

Portanto, os testemunhos de Pedro no início do ano mostram que considera as actividades de investigação importantes, muito embora sejam menosprezadas pelos programas. Estes estão cheios de conteúdos cujo tratamento beneficiaria com a utilização de investigações. No entanto, o acréscimo de tempo que esta metodologia requer impede a sua verdadeira integração na prática lectiva.

A grande preocupação com os conteúdos programáticos é algo que permanece ao longo do ano no seu trabalho. Porém, a experiência de realização de investigações e a reflexão sobre essa experiência desvendam outros aspectos de interesse das investigações que alargam a visão que Pedro possuía inicialmente sobre as potencialidades deste tipo de tarefa. Nunca mais o professor se referiu à vantagem de os alunos reterem os conhecimentos por mais tempo, ao invés disso, outros aspectos passam a ser realçados, como o desenvolvimento do raciocínio matemático. A valorização deste tipo de objectivos é perceptível, por exemplo, quando no fim do ano fala dos critérios para a escolha da tarefa:

“Idealmente penso que seria... o que é que eles podiam tirar dali em forma de pensamento, o que é que eles poderão desenvolver daqui, como vão poder crescer a partir aqui. Não tanto no resultado, mas como Polya dizia *o caminho, a jornada é que interessa, não é o resultado*, penso que seria mais nesse sentido o ideal. Em termos práticos com a extensão dos programas que existe, penso que se uma pessoa quiser cumprir o programa tem mesmo que arranjar actividades que tenham o conteúdo” (última entrevista)

A mudança de perspectiva que este testemunho evidencia é, naturalmente, promovida por um conjunto de factores, sendo difícil identificar exactamente quais deles foram mais determinantes. No entanto, existem razões para acreditar que os

desempenhos que alguns dos seus alunos manifestaram e que o professor registou e sobre os quais reflectiu, tiveram uma importância determinante para um entendimento mais adequado das potencialidades e objectivos das actividades de investigação na sala de aula. Vejamos o que aconteceu durante a realização da primeira investigação.

Apesar de, desde o início, encontrar vantagens nas investigações para a aprendizagem dos alunos, a utilização desta metodologia é feita com bastante insegurança. Este sentimento está associado a vários aspectos de que Pedro dá conta. A reflexão sobre a realização da investigação *Quadrados com fósforos*, na turma de 7º ano, constituiu a primeira oportunidade para falar sobre o assunto:

“Devo confessar que estava bastante receoso do que poderia resultar desta actividade, uma vez que, como já referi, era a primeira vez que os alunos iriam realizar uma actividade desta natureza. Outro factor que contribuiu para este receio, foi o facto de ser também a primeira vez que eu iria realizar uma actividade desta com alunos do 7º ano. A mudança de atitude que é necessário ter perante uma aula desta natureza deixou-me bastante apreensivo uma vez que, numa actividade que realizei anteriormente, em que senti que deveriam ser os alunos a justificar as suas posições e a confrontar as suas próprias ideias, tive muitas dificuldades em evitar dizer se determinada posição estava certa ou errada. Logo, estava com receio que, de algum modo, induzisse os alunos a pensar de uma determinada forma.” (1º relatório)

Deste testemunho é possível identificar dois focos de insegurança do professor: as fracas expectativas relativamente ao trabalho dos alunos, devido à sua inexperiência com investigações e a dificuldade que encontra no desempenho do seu papel, também ela agravada pela falta de prática. De notar que, relativamente ao seu papel, Pedro identifica um aspecto particular que lhe causa ansiedade. Trata-se de uma preocupação com as questões da comunicação na sala de aula, em particular, com a capacidade de argumentação que deseja desenvolver nos seus alunos que, na sua perspectiva, depende também do tipo de interacção que estabelece com eles. Se nessa interacção dirigir, influenciar demasiado ou validar o trabalho dos alunos, então o seu objectivo fica comprometido.

No final do ano, quando reflecte sobre a experiência passada, Pedro inclui ainda um outro aspecto que também se mostrou determinante para a insegurança que na altura sentiu:

“O simples facto de não ter tido oportunidade de durante a minha vida de estudante participar em actividades de carácter investigativo, fez-me recear um pouco a sua implementação, mesmo sabendo que teria todo o apoio necessário para o fazer.” (relatório final)

Assim, vemos claramente associado o conhecimento matemático, em particular, o conhecimento relativo à realização de investigações, à insegurança que o professor sentiu na condução de uma aula com essas actividades. Aliás, este aspecto pode ser também percebido a partir da preparação destas aulas — basta notar os elementos analisados durante a reunião de preparação e que Pedro realça como determinantes para a sua segurança. Todos eles se relacionam fortemente com a resolução da tarefa:

“O apoio que nos foi fornecido teve, a meu ver, um papel preponderante no sucesso desta actividade, uma vez que permitiu encará-la de uma forma muito positiva e confiante [...] Como já referi anteriormente, inicialmente estava bastante relutante quanto ao sucesso desta actividade. Após termos discutido a actividade, de termos tomado conhecimentos de diferentes formas de a abordar, de tentarmos antecipar algumas das dúvidas e situações que poderiam surgir, e de pensarmos noutras questões que poderíamos colocar acerca daquela mesma actividade, senti-me muito mais à vontade para a realizar, uma vez que já tinha *bagagem* que me permitia uma maior margem de manobra.” (1º relatório)

Esta experiência com a sua turma de 7º ano foi um marco importante quer para o conhecimento de Pedro, quer para as suas atitudes relativamente às investigações na sala de aula. Para além da preparação da aula, um outro aspecto que também contribuiu significativamente para isso foi a observação dos desempenhos dos alunos. A princípio estava muito céptico quanto às suas capacidades para desenvolverem tal tarefa e, mais ainda, quanto à motivação que poderiam manifestar. Depois da reunião de preparação, o professor mostrou-se mais confiante, mas ainda assim, os acontecimentos da aula surpreenderam-no positivamente:

“Devo confessar que as minhas expectativas para o sucesso desta actividade não eram muito grandes. Fiquei bastante surpreendido quando, após alguns minutos de terem começado a trabalhar, um dos grupos propôs uma forma de resolução que resultava para os 3 primeiros casos (isto é, para os quadrados de lado 1, 2 e 3). Limitei-me a pedir que experimentassem com o quadrado de lado 4. Quando verificaram que estava errada, e ao contrário dos meus receios, não desanimaram e continuaram a sua pesquisa. Outra das coisas que me surpreendeu, foi o facto de esta actividade ter permitido a alunos que normalmente não têm uma participação activa na aula, mostrar algumas das suas capacidades. Foi o caso de um dos grupos, por sinal, o

primeiro a chegar a uma generalização. Sinceramente não estava à espera que realizassem a actividade tão rapidamente. Valeu-me na altura, o facto de termos previsto esta situação, o que me permitiu lançar-lhes uma outra questão, com a qual ocuparam o restante tempo da aula.” (1º relatório)

A surpresa que Pedro teve com o desempenho de alguns alunos, principalmente com aqueles que não são conotados como bons alunos, foi bastante marcante para si e desencadeou uma conjunto de reflexões sobre vários aspectos. Entre eles, menciona o quanto as expectativas que o professor tem relativamente aos seus alunos o podem enganar. Consequentemente, este facto alerta para a necessidade de procurar outras formas de chegar ao seu conhecimento e de os avaliar:

“Outro aspecto que gostaria de realçar, prende-se com as expectativas que o professor cria acerca dos alunos. Alunos que no chamado método de ensino tradicional não evidenciam grandes capacidades, revelam parte do seu potencial em actividades desta natureza. Isto revela a importância de se recorrer a vários tipos de actividades para avaliar os alunos, de forma a permitir que estes revelem as suas capacidades.” (1º relatório)

“Finalmente, penso que estas actividades também contribuíram para me ir apercebendo da real importância de ouvir os alunos, as suas dúvidas e dificuldades. Se durante uma aula tradicional alguns deles têm alguma relutância em colocar dúvidas, durante estas actividades estas são expostas naturalmente o que, por um lado, faz com que o aluno vá adquirindo um certo à vontade para colocar questões e, por outro, alerta-me para o facto de que é a partir das intervenções dos alunos que nos podemos aperceber do que de facto está a ser apreendido.” (relatório final)

A realização das investigações sobre funções polinomiais no 10º ano foi conduzida com maior optimismo. Apesar de também estes alunos terem tido apenas algumas experiências investigativas e de Pedro já ter notado algumas das suas dificuldades a este nível, o tipo de propostas que foram preparadas deixaram-no mais confiante no sucesso da aula. Assim como as suas colegas, o professor preferiu seguir a minha sugestão de estruturar mais a primeira tarefa e, progressivamente, formular as questões de uma forma mais aberta. Em parte, as suas expectativas foram até ultrapassadas, mas só depois de um período de dificuldades:

“O facto de termos optado por guiar um pouco mais os alunos na primeira investigação, fez-me criar certas expectativas, sobre a forma como os alunos iriam encarar o início da tarefa. Devo confessar que estava à espera que estes *entrassem* facilmente na actividade. A verdade, é que sentiram bastante dificuldade em iniciar a sua exploração. Fiquei com a impressão

que, apesar de estar escrito o que tinham para fazer, sentiram a necessidade de ser o professor a dizer o que tinham que fazer, apesar de me ter limitado a dizer o que estava escrito na ficha. Penso que ainda existe um certo cepticismo por parte da grande maioria dos alunos no que respeita à sua capacidade de explorar actividades desta natureza.” (2º relatório)

“Os progressos feitos nas duas horas que se seguiram excederam as minhas expectativas, uma vez que a grande maioria dos grupos conseguiu concluir a exploração. Senti que houve uma certa sistematização no processo de exploração, nomeadamente, aperceberam-se de que a única forma de tirarem alguma conclusão sobre um dos parâmetros era variar apenas esse e deixar os outros constantes.” (2º relatório)

Portanto, também esta experiência teve um contributo positivo para a valorização das actividades de investigação. À medida que observa a evolução dos seus alunos, quer ao nível dos conhecimentos e capacidades que vão adquirindo, quer ao nível das atitudes, Pedro cria melhores expectativas sobre o seu trabalho e, conseqüentemente, ganha confiança para novas experiências, encarando-as como uma forma de trabalho natural na aula de Matemática:

“Gostaria de referir que o aspecto que considero ter sofrido uma evolução mais significativa, foi a forma como encaro as actividades de investigação. Se no início tinha uma certa relutância no sucesso deste tipo de actividades, agora encaro-as naturalmente, sem receios de que possam ser uma *catástrofe*. É uma maneira diferente de dar as aulas que, como todas as outras, pode correr bem ou pode correr mal, sem necessariamente dar origem a situações complicadas e das quais podem surgir situações muito interessantes.” (2º relatório)

Claro que, nesta fase, há ainda muitas dúvidas que assaltam o professor e que resultam numa certa insegurança na condução da aula. Assim como já tinha acontecido durante a primeira investigação, de novo Pedro sente receio em conduzir a actividade dos alunos, desviando-se dos objectivos que procura promover através das investigações. Concretamente, o professor questiona a forma como auxilia os alunos quando estes o solicitam:

“Um dos aspectos em que me continuo a sentir menos à vontade, é saber que tipo de dicas devo dar aos alunos de forma a ajudá-los a ultrapassar as suas dificuldades, sem que isso implique dizer o que devem fazer. Sem querer comparar o que se passa entre diferentes turmas, uma vez que tanto os professores como os alunos são diferentes, o facto de ter constatado que a mesma actividade está a demorar mais tempo noutras turmas, faz-me pensar

até que ponto esse facto se deve a ter conduzido os alunos mais do que seria desejável nestas actividades.” (2º relatório)

A última investigação realizada no 7º ano constituiu mais um contributo positivo para o crescimento da confiança do professor nas actividades de investigação, nas capacidades e atitudes dos alunos, e em si próprio, na sua capacidade de desempenhar adequadamente o seu papel em aulas deste género. Anteriormente, Pedro já havia observado os alunos a utilizarem esquemas de raciocínio interessantes, a formularem conjecturas e a reformularem-nas, a fazerem generalizações. Mais importante, embora estas observações não tenham sido registadas em todos os alunos, alguns dos que utilizaram estes processos demonstraram capacidades que o professor desconhecia, pois habitualmente manifestam um desempenho inferior aos seus colegas. A realização da tarefa *Números em escada*, trouxe ainda algo de novo: um entusiasmo e um envolvimento na actividade que ainda não tinha ocorrido. O professor relata como viveu esta experiência e procura encontrar explicações para o sucedido:

“No que respeita ao desenvolvimento da actividade, devo confessar que de algum modo já esperava que alguns dos grupos progredissem rapidamente na tarefa e que tirassem com facilidade algumas conclusões. O que de alguma forma me surpreendeu nesta actividade, foi o empenho que a grande maioria dos alunos demonstrou durante a realização da tarefa. Pela primeira vez desde que realizamos este tipo de actividades, tive a sensação de que os alunos estavam a gostar realmente de explorar a situação, não apenas por ser uma tarefa proposta pelo professor à qual são obrigados a responder, mas pelo facto de estarem a descobrir determinadas propriedades destes números. Penso que isso se deve aos alunos estarem mais habituados a este tipo de actividades, não pela natureza das actividades em si, mas pelo que é esperado que eles façam perante uma actividade desta natureza. Fazendo uma pequena retrospectiva pelas outras actividades, penso que o facto dos alunos ainda não saberem muito bem o que era esperado deles nestas actividades, foi um factor preponderante para a forma como se comportavam durante a actividade.” (3º relatório)

Relativamente ao receio sempre manifestado por Pedro em conduzir demasiado a actividade dos seus alunos, mais uma vez ele se manifestou. Contudo, desta vez, o professor procurou ultrapassá-lo encontrando algumas estratégias que pudesse utilizar nas situações mais críticas, ou seja, quando os alunos colocassem questões. Segundo as suas afirmações, esta maneira de lidar com o problema é fruto de uma reflexão que o tem ajudado a superar este receio, sendo possível detectar uma evolução positiva:

“Durante o desenvolvimento desta actividade, voltei a ter receio de alguma forma induzir os alunos para determinado tipo de exploração. Antecipando esta dificuldade, tentei-me mentalizar que o melhor seria devolver a questão aos alunos e, caso isso não tivesse sucesso, tentar usar nas minhas explicações, apenas aquilo que os alunos já tinham feito. Penso que esta será a forma mais simples de um principiante como eu, diminuir a probabilidade de induzir os alunos na sua exploração. Foi o que tentei fazer, apesar de por vezes ter tido muita dificuldade e, por certo, terem existido situações em que o meu papel não foi desempenhado da melhor forma. Mas de um modo geral, penso que tem havido uma certa evolução neste campo, devida em grande parte à reflexão sobre as actividades já realizadas.” (3º relatório)

A reflexão que Pedro fez no fim do ano e da qual apresento os seguintes excertos, ilustram o percurso que o professor fez. Inicialmente, a condução de uma aula de investigação causava grande insegurança, em parte, devido às fracas expectativas que tinha relativamente ao trabalho dos alunos. O apoio que recebeu foi fundamental para encarar estas experiências de uma forma mais positiva. Mas o *feedback* dos alunos foi também importante para modificar as suas expectativas e compreender melhor o lugar e as potencialidades das investigações para a aprendizagem dos alunos. O próprio professor apercebeu-se da influência que a sua atitude tem no sucesso deste tipo de trabalho e essa é a maior evidência que a valorização que atribui a estas actividades é genuína.

“Verificar que o *simples* facto de acreditar cada vez mais nas actividades de investigação contribuiu para o seu crescente sucesso. Recordo-me de no início, quando preparávamos a primeira aula de investigação, ter a certeza de que aquela aula seria um fracasso somente pelo facto de se tratar de uma actividade de investigação [...] Nesta altura, foi fundamental o apoio que recebemos pois permitiu-nos encarar a actividade de uma forma mais positiva e optimista. O facto de termos colocado abertamente os nossos receios permitiu que fôssemos efectivamente auxiliados, o que contribuiu para o sucesso da actividade.” (relatório final)

“Tenho alguma pena de não continuar o trabalho que iniciei pelo menos durante os próximos dois anos, pois acredito que estes alunos, caso continuem o tipo de trabalho que desenvolveram este ano, conseguirão ao fim de algum tempo desenvolver a autonomia e o espírito crítico necessário para abordarem as questões como reais investigadores.” (relatório final)

Conhecimento didáctico associado à realização de investigações

Nesta secção, será apresentada uma análise relativa ao conhecimento didáctico que Pedro evidencia e que mais directamente se relaciona com a realização de trabalho investigativo na sala de aula. Assim, serão apresentados dados sobre a preparação de aulas de investigação, sua consecução, bem como a reflexão que o professor faz sobre essas experiências. Nesta análise procura-se explicitar também a forma como o conhecimento evolui e os elementos que contribuem para a sua evolução.

A preparação das aulas de investigação

As fases das aulas

Ao longo do tempo, a preparação das aulas de investigação foi contemplando diferentes aspectos. Já referi a importância que Pedro atribui à resolução da tarefa procurando usar várias estratégias, inclusivamente aquelas a que os alunos provavelmente recorrerão. Isto permite-lhe antecipar algumas questões, dúvidas e dificuldades que poderão surgir e preparar-se para lhes responder. Este foi o aspecto que Pedro começou por valorizar mais na preparação destas aulas e que corresponde ao momento em que os alunos realizam a sua investigação:

“Outro aspecto muito importante, foi termos pensado que tipo de dicas poderíamos dar aos alunos de forma a os auxiliar na sua pesquisa. O leque de opções foi bastante variado o que, permitiu antecipar um grande número de situações com as quais nos poderíamos deparar.” (1º relatório)

É claro que desde a primeira reunião de preparação, outros aspectos foram analisados. Em particular, procurei incentivar os professores a prestarem mais atenção às fases de apresentação da tarefa e discussão de resultados e foi assim que esses momentos começaram a fazer parte da dinâmica destas aulas. No caso de Pedro, a experimentação e reflexão sobre o efeito destas fases na actividade dos alunos, levou o professor a valorizar estes momentos e a prepará-los com maior cuidado:

“A forma como é introduzida a tarefa é fundamental para o sucesso da mesma. É essencial que os alunos compreendam o que têm de fazer para não desanimarem logo no início da tarefa. [...] Conforme me fui apercebendo da importância desse momento, tentei prepará-lo mais cuidadosamente.” (relatório final)

No caso da fase de discussão de resultados, Pedro indica mesmo a forma como se deve processar essa preparação. Na sua perspectiva, ela depende muito do trabalho que os alunos desenvolvem, pois é a partir das suas resoluções que o professor decide os aspectos a que deverá dar mais atenção e a quem deverá solicitar intervenção. Para que isso possa acontecer, é sua função recolher dados sobre o trabalho dos alunos o que implica um bom acompanhamento dos grupos:

“Na parte da discussão penso que tem de haver o cuidado de acompanhar o melhor possível os grupos, tentar ver as dificuldades que eles têm e também ver que tipo de resoluções é que aparecem. Só sabendo mais ou menos a grande maioria das resoluções é que se pode pensar numa discussão, que pontos é que eu vou focar, a quem eu vou pedir para falar aqui e gerar um pouco de polémica” (última entrevista)

A organização dos alunos

Assim como as suas colegas, Pedro sempre pensou organizar os seus alunos em grupos de cerca de quatro elementos durante a fase em que estes trabalham na tarefa. Contudo, o facto de existirem alguns alunos na turma de 7º ano que, pelo seu bom desempenho, tendiam a monopolizar a actividade no seio do grupo em que estavam inseridos, levou o professor a repensar esta forma de organização. Assim, depois de discutirmos conjuntamente as alternativas, decidiu passar a fazer grupos de apenas dois elementos. Depois da experiência, o professor fez o balanço:

“Acho que eles trabalharam melhor em pares porque quando eles estão 4 a 4 há sempre alguém que *se cola* e 2 a 2 ninguém *se pode colar* porque o outro chateia-se porque está a fazer sozinho. De maneira que acho que eles funcionaram melhor nesse aspecto. Um aspecto negativo de trabalharem 2 a 2 é que quando eles chegavam a um impasse, precisavam de uma nova ideia para progredir, não apareciam novas ideias porque o leque de hipóteses era pouco variado. Até que no final eles começaram-se a juntar por isso mesmo. Não por quererem copiar — pelo menos foi o que eu senti —, para ver se acabavam isto e pronto, mas porque queriam andar para a frente e não conseguiam porque já não tinham mais ideia nenhuma e viam-se o do lado dizia alguma coisa que os pudesse fazer andar para a frente. (...) Penso que houve mais melhorias...” (discussão das aulas, 3ª investigação)

A perspectiva de colocar os alunos a fazerem investigações individualmente não é rejeitada por Pedro, contudo ele considera que isso só seria vantajoso numa fase em que os alunos já estivessem habituados a este tipo de trabalho. Como explica:

“A nível individual, penso que era uma questão que poderia ter sucesso, mas numa fase mais avançada. Ou seja começar em grupo, habituarem-se, começarem a ver maneiras de pensar diferentes, tentarem abordar... Porque um aluno individualmente numa actividade de investigação pode ter uma maneira de resolver e começa a resolver, ou se não lhe surgir, não tem ninguém com quem falar para desenvolver outra ideia, ou seja está ali encalhado, não faz nada, desmotiva...” (última entrevista)

Apesar destas limitações, Pedro encontra uma vantagem clara na realização de investigações pelos alunos individualmente. Se por um lado é positiva a discussão de ideias dentro do grupo, por outro não se deve desprezar a construção pessoal do conhecimento. Assim, segundo o professor, esta metodologia poderia ser positiva ao levar o aluno a “não se prender tanto aos outros, criar uma certa independência... na sua própria maneira de raciocinar...” (última entrevista)

Já a realização de investigações no grupo-turma não cria boas expectativas ao professor. Apesar de pensar que essa organização é boa para a fase de discussão, considera que se o trabalho de investigação propriamente dito se desenvolvesse em conjunto com toda a turma, isso poderia levar a uma certa dispersão. Naturalmente, a justificação para tal posição decorre da sua experiência:

“Tinha um grande número de alunos completamente desinteressados e completamente desmotivados com o ensino. Fazer a discussão em grande grupo permitia apenas terem uma cobertura maior para não estarem a fazer nada. Penso que aí a questão do grande grupo não ia ter grande sucesso...” (última entrevista)

As tarefas

Como já referi anteriormente, Pedro atribui uma grande importância à leccionação dos conteúdos programáticos, importância que se reflectiu inicialmente na forma como perspectivava o lugar das investigações no currículo. Ou seja, em princípio o professor considerava que este tipo de tarefas eram bastante úteis para, através delas, se ensinar um conteúdo específico. Por essa razão, não é de estranhar que ao seleccionar a primeira tarefa para trabalhar no 7º ano, tenha seguido o seguinte critério:

“Qual das actividades se enquadrava melhor com a matéria que estávamos a leccionar e, em segundo lugar, qual teria maior probabilidade de sucesso, uma vez que os alunos iriam realizar este tipo de actividades, pela primeira vez” (1º relatório)

Contudo, ao longo do ano, Pedro foi mudando a sua visão sobre os objectivos e as potencialidades das actividades de investigação. Por essa razão, a escolha da tarefa passou a fazer-se de acordo com outros critérios, privilegiando a qualidade das descobertas que os alunos podem fazer e não esquecendo as suas características, nomeadamente, no que concerne os seus gostos pessoais e a experiência matemática anterior. Segundo esta perspectiva, a presença dos conteúdos pode ser útil na medida em que se avança em dois sentidos:

“Eu penso que o critério do conteúdo não devia ser, digamos o critério principal, ideologicamente. Devia ser um tema, uma situação interessante para os alunos, que eles exploravam com a bagagem que tinham, descobriam coisas não necessariamente enquadradas na matéria que nós estamos a dar. Mas devido ao facto do pouco tempo ser limitado, a pessoa vê-se forçada a arranjar uma actividade que tenha a ver com aquele conteúdo, que ao mesmo tempo está a desenvolver as tais capacidades e aptidões e está a avançar naquele programa extremamente extenso.” (última entrevista)

Também a estrutura das tarefas a propor aos alunos foi alvo de discussão nas reuniões de preparação das aulas. Como não havia indício de que, em qualquer das turmas, os alunos tivessem tido experiências investigativas no passado, chegámos à conclusão que seria preferível reduzir o grau de abertura das primeiras tarefas. Esta decisão teve especial relevo no conjunto de investigações sobre funções polinomiais que foram propostas ao 10º ano. Esta decisão parece ter influenciado positivamente o desempenho dos alunos, já que Pedro refere esta experiência para justificar a sua perspectiva sobre o assunto:

“Optámos por fazer uma abordagem um pouco mais guiada das funções polinomiais do primeiro grau e depois permitir que fossem os alunos a fazer a analogia entre o método de trabalho utilizado nesta exploração e a exploração que teriam de fazer para as funções dos restantes graus (2º, 3º e 4º). Optámos por esta via, uma vez que permite que os alunos rapidamente comecem a trabalhar na tarefa, o que contribui grandemente para o sucesso da mesma. Se os alunos tiverem um certo suporte inicial nesta fase onde ainda estão pouco familiarizados com este tipo de actividades, evita-se que desanimem, pois existe sempre alguma coisa que possam fazer. Por outro lado, o diferente tipo de abordagem para os diferentes graus permite que os alunos comecem a ganhar uma certa autonomia no processo de exploração, aproximando-se mais dos objectivos deste tipo de actividades.” (2º relatório)

A condução de aulas de investigação

Introdução da tarefa

Como já foi referido anteriormente, a fase de apresentação da tarefa não era inicialmente valorizada por Pedro. O facto de ter passado a atribuir-lhe alguma importância deriva de vários factores. Para além das reuniões de preparação onde foi sugerida essa introdução, a própria experiência se encarregou de demonstrar as desvantagens de a desconsiderar:

“A aula teve início com a explicação do que era pretendido com a tarefa. [...] Esta foi uma, das coisas que aprendi na primeira experiência que tive com actividades de investigação, uma vez que, por o não ter feito, vi-me forçado a explicar em cada grupo o que era pretendido, o que fez com que os alunos não pudessem começar a actividade de imediato. Assim, desta vez, após todos terem a actividade, tive mais cuidado na forma como a apresentei, procurando certificar-me de que todos tinham uma ideia do que era pretendido.” (1º relatório)

A mudança de estratégia que adoptou, passando a contemplar uma introdução mais cuidada no início da aula, pareceu mostrar-se eficaz. Em particular, o professor conta um episódio em que essa opção teve, na sua perspectiva, efeitos positivos na forma como os alunos se envolveram nela:

“Comecei por referir que já tínhamos estudado vários tipos de números, nomeadamente, os naturais, os inteiros relativos, os fraccionários e os primos, e que agora iriam descobrir um outro tipo de números, os números em escada. Em seguida expliquei o que era pedido na actividade de forma a que os alunos soubessem o que se pretendia e aproveitando para clarificar o significado de algumas palavras que se encontravam no enunciado da tarefa. Estava à espera que, tal como acontecera nas actividades anteriores, tivesse de voltar a explicar o que era pedido a cada um dos grupos. Felizmente, isso desta vez só foi necessário num dos grupos. Talvez isso se tenha devido ao facto de desta vez, ter optado por fazer uma explicação mais demorada.” (3º relatório)

Na reflexão que fez sobre este episódio, o professor ainda acrescentou que, naturalmente, a reacção mais positiva dos alunos poderia estar também associada a outros aspectos, como o interesse particular da tarefa em causa, ou uma maior habituação ao trabalho investigativo. Mesmo assim, a forma como iniciou a aula parece assumir uma influência positiva. Mas se a experiência e a reflexão sobre a experiência parecem ter desempenhado um papel positivo na valorização desta fase, o professor esclarece que a leitura de alguns textos, teve também influência na sua forma de encarar o papel da introdução:

“Foi também a conjugação com a leitura de alguns textos que nós temos andado a fazer. Também alertam para algumas situações que, agora pensando realmente naquilo, nas dificuldades que os alunos tiveram no início, prendem-se um bocado com a introdução. Talvez se aquilo tivesse sido feito de uma forma diferente, talvez tivessem *arrancado* melhor...” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Apoio na execução

Para Pedro, o papel do professor numa aula de investigação está, desde o início do ano, associado ao apoio que presta aos alunos enquanto estes realizam a sua investigação. Mesmo antes de experimentar este tipo de trabalho nas suas aulas, o professor antevê este papel como bastante difícil, muito mais do que aquele que desempenha numa aula expositiva. Na sua perspectiva, neste tipo de aulas o professor faz aquilo que lhe é mais natural: “explica a matéria”. Aliás, como o professor contou no final do ano, isso é o que lhe dá mais prazer na profissão:

“Para mim a coisa que me deu mais prazer, durante este ano, foi eu explicar uma coisa, dar o meu melhor para explicar uma coisa e ver que a grande maioria dos alunos percebeu.” (última entrevista)

Ao contrário, na perspectiva de Pedro, numa aula de investigação o professor tem um papel importante na ajuda que presta aos alunos, mas ela não se pode processar da mesma forma. O professor não deve responder directamente às questões dos alunos, deve fornecer-lhes ajuda sem explicar exactamente o processo de devem seguir. É aqui que reside o maior dilema do professor estagiário e que o vai acompanhar ao longo do ano. As suas próprias palavras traduzem perfeitamente esse dilema:

“Eu tento dar a volta à pergunta deles, mas eles continuam a fazer perguntas directas, ou seja, *o que é que eu faço aqui?* Questões deste tipo. Tento dar a volta à questão mas continuo a ter dificuldade em dar a volta de uma forma, digamos, significativa, que os ajude. Fico sempre com a sensação que eu dei a volta, mas com a volta que eu dei eles ficaram na mesma e voltam com a mesma pergunta: *está bem professor, eu já percebi, mas o que é que eu faço aqui?*” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Para além do tipo de resposta às solicitações dos alunos, Pedro encontra ainda dificuldades no acompanhamento dos vários grupos. Ou seja, para além da ajuda que vão pedindo e que o professor procura fornecer, sente ainda que não consegue aperceber-se convenientemente do trabalho que estão a realizar. Mesmo circulando por todos os grupos, o

tempo que disponibiliza para cada um não é o suficiente para ter essa visão. Um estratégia que utilizou para colmatar essa dificuldade, foi recolher os registos dos alunos:

“O facto de ter levado os rascunhos dos relatórios, permitiu ajudar mais significativamente alguns dos grupos uma vez que, por um lado, tive a oportunidade de saber exactamente em que ponto da exploração é que os alunos iam, e por outro, deu-me tempo para pensar quais seriam as questões mais pertinentes a colocar de forma a permitir que os alunos melhorassem a sua exploração.” (2º relatório)

Apresentação e discussão de resultados

Na fase inicial de trabalho com as investigações, a ideia de os alunos apresentarem oralmente, perante a turma, os resultados ou mesmo o processo que utilizaram na sua investigação, era algo que os estagiários e, em particular, Pedro considerava estranho. A sua primeira reacção à sugestão que fiz nesse sentido foi: “não sei se eles gostam de ir ao quadro...”. No entanto, à medida que o professor foi implementando este momento nas suas aulas, foram acontecendo situações que lhe mostraram o interesse que podia ter. Logo na primeira investigação, o confronto de dois processos diferentes para a mesma questão gerou uma discussão junto dos alunos que queriam saber qual deles estava correcto. Essa situação, que aliás aconteceu noutras turmas, e a ideia de confronto de opiniões, passaram a estar associadas ao momento de discussão de resultados. Assim, quando o professor prevê que esse confronto não aconteça, procura usar a fase de discussão noutro sentido:

“Uma vez que a grande maioria dos grupos chegou às mesmas conclusões, o que de certa forma inibe a discussão, optei por colocar algumas questões aos alunos durante a discussão. Estas tinham como objectivo determinar uma expressão geral para os diferentes conjuntos de números a que tinham chegado. Penso que foi uma boa oportunidade de investigar com os alunos, pois ao evitar confirmar ou refutar de imediato as suas opiniões, acabei por fazer uma pequena exploração das suas ideias, aproveitando para, perante os resultados que íamos obtendo, argumentar contra ou a favor das diferentes posições.” (3º relatório)

Esta ideia de investigar perante os alunos ganhou alguma solidez nas intenções de Pedro. Como no final do ano afirma, esta atitude pode ensinar aos alunos vários aspectos:

“O facto dos alunos verem o professor a investigar toma uma relevância maior quando se trata de alunos que estão a lidar com este tipo de actividades pela primeira vez. O professor pode servir de modelo para a postura que se pretende que os alunos tenham nestas actividades de carácter investigativo, mostrando

diferentes formas de abordar as situações e explorando o método de investigação utilizado pelos alunos.” (relatório final)

Na investigação sobre as funções polinomiais, uma tarefa muito ligada aos conteúdos programáticos do capítulo em estudo, o professor resolveu utilizar a fase de discussão para efectuar a ligação com a matéria em estudo. Na sua perspectiva, isto poderá evitar uma concepção geral dos alunos que consideram o trabalho desenvolvido nestas aulas como algo à margem da prática habitual e sem consequências para o trabalho futuro e para a sua aprendizagem:

“Sendo por excelência o momento em que os alunos confrontam as suas ideias, cabe ao professor moderar a discussão e destacar os aspectos mais relevantes. Uma das coisas de que só agora me apercebi, é o facto de serem as aulas de discussão que permitem fazer a ponte entre o que se está a leccionar e o que os alunos descobriram, de forma a evitar que os alunos encarem este tipo de actividades como um compartimento fechado, isolado da sequência normal das aulas.” (2º relatório)

Assim, Pedro regista quatro tipos de situações que podem ocorrer durante a fase de apresentação e discussão de resultados: a primeira e a principal, os alunos comunicam e argumentam ideias matemáticas; a segunda, envolvem-se em novas questões que o professor formula no momento; a terceira, observam o professor a investigar e este exhibe o seu modo de pensar, os processos que utiliza e a postura adequada à situação; a quarta e última, o professor revê conteúdos ou estabelece alguma relação do trabalho realizado na investigação com trabalho realizado anteriormente.

Comunicação

Uma das fontes de insegurança que Pedro sentiu desde o início do ano, diz respeito à forma de comunicar com os alunos em aulas onde estes realizam investigações. O professor tem consciência de que a sua interacção com a turma nestas ocasiões deve fomentar o carácter investigativo do trabalho e, como tal, deve assumir características diferentes daquelas que se observam em aulas de outro tipo. Nesse sentido, nota-se a preocupação em assumir uma postura muito mais interrogativa do que afirmativa, constituindo este aspecto a tónica na sua mudança de atitude. Ora é exactamente esta mudança que é sentida como mais difícil, até porque os alunos manifestam algum desconforto perante esta nova atitude do seu professor que, em vez de lhes dizer o que eles querem saber, responde de forma evasiva ou ainda com outras questões. O seguinte episódio ilustra bem essa dificuldade:

“Houve uma situação em que eu hesitei várias vezes e depois acabei por dizer. Foi em relação aos polinómios de 4º grau, foi na parte da intersecção — intersecta zero, uma, duas, três ou quatro. Com 0 encontravam facilmente, com duas encontravam facilmente, agora com 1, 3 ou 4, nunca mais encontravam. Perguntavam: *Professor, mas eu não encontro, não encontro! A gente sabe pelo grau do polinómio que pode intersectar 4 vezes... a gente anda aqui mas não conseguimos descobrir qual é a equação que a gente põe!* e eu, houve ali várias vezes que disse *mas experimenta, experimenta...*, mas eles nunca mais descobriam e acabei por dizer *experimenta com esta a ver o que é que dá*. Digamos que esta foi a situação mais flagrante, não sei se devia ter feito se não devia..., mas é que eles já andavam ali um bocado frustrados, experimentavam mas só dava zero ou dava dois e é um bocado complicado ao calhas.” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Prevendo que este tipo de situações provavelmente se iria repetir, gerando um dilema difícil de resolver, o professor procurou encontrar uma forma de lidar com ele numa próxima situação:

“Durante o desenvolvimento desta actividade, voltei a ter receio de alguma forma induzir os alunos para determinado tipo de exploração. Antecipando esta dificuldade, tentei-me mentalizar que o melhor seria devolver a questão aos alunos e, caso isso não tivesse sucesso, tentar usar nas minhas explicações, apenas aquilo que os alunos já tinham feito.” (3º relatório)

Ao longo do ano, Pedro foi-se apercebendo da importância que tem a forma como interage com os alunos, mesmo noutros momentos da aula. Foi isso que aconteceu relativamente às fases de introdução da tarefa e discussão final. Como já se viu, na primeira o professor procurava cativar e esclarecer a turma através do seu discurso. Vejamos como ele passou a exigir mais da sua capacidade de comunicar com os alunos:

“Certo que o ideal seria que a introdução fosse de tal forma eloquente que os alunos ficassem com uma enorme vontade de descobrir tudo o que haveria para descobrir naquela situação. Devo confessar que os meus inícios de actividade não foram nada eloquentes, mas penso que dei o primeiro passo nesse sentido.” (relatório final)

Durante a discussão, a preocupação do professor relativamente à comunicação ultrapassa o seu discurso e estende-se às intervenções dos alunos. Recordemos que o principal objectivo de Pedro era que estes apresentassem as suas ideias matemáticas e argumentassem relativamente a elas. Contudo, como rapidamente percebeu, também esse é um objectivo difícil de atingir. Logo na primeira investigação, teve de insistir para que os alunos explicassem as suas ideias, já que o seu comportamento habitual é ir ao quadro,

escreverem e voltarem para o seu lugar. Para complicar ainda mais esta tarefa, os alunos também não se mostraram muito atentos ou receptivos ao que os colegas diziam. No entanto, as poucas ocasiões em que houve divergência de opiniões, suscitaram o interesse dos alunos. Foi o que aconteceu quando perceberam que, nessa mesma investigação, existiam resoluções diferentes das suas. Talvez por isso, o professor acredita que esta atitude dos alunos poderá melhorar com a continuação deste tipo de trabalho:

“Senti também que os alunos se sentiam pouco à vontade sempre que lhes solicitei que explicassem aos colegas a forma como tinham pensado e obtido os resultados. Acredito que com o tempo, este é um dos aspectos que poderá melhorar significativamente.” (1º relatório)

Ambiente e cultura da sala de aula

As imagens que o professor tem dos seus alunos e estes têm de si próprios e dos seus colegas, são apenas alguns dos aspectos que determinam a forma de o aluno estar na aula. No entanto, a sua influência é considerável e, ao longo deste ano, Pedro apercebeu-se disso. A fase de discussão de resultados, um momento privilegiado para a comunicação no seio da turma, espelha bem algumas dessas imagens. São exemplo disso, as expectativas que se criam relativamente aos alunos que habitualmente exibem fracos desempenhos. Curiosamente, é bastante comum observar uma inversão de papéis em actividades de carácter mais aberto como as investigações — os alunos “fracos” sobressaem e os “bons” passam despercebidos ou exibem mesmo dificuldades. Ora, a forma como os alunos se comportam são muitas vezes consequência da sua auto-imagem e do que se espera deles e não do seu conhecimento ou desconhecimento. Pedro percebeu isso quando procurou incentivar a intervenção de todos os alunos:

“Apesar de terem existido momentos em que alguns alunos tinham opiniões diferentes sobre um mesmo aspecto, não consegui que esses alunos argumentassem as suas posições. O que aconteceu foi que, quando o número de *adeptos* de determinada posição era considerável, aqueles que tinham uma ideia diferente cediam sem que isso se tenha devido ao facto dos outros terem apresentado argumentos que os demovessem das suas posições.” (3º relatório)

Pela sua interpretação, isto deve-se exactamente à insegurança que sentem e que é potenciada pela oposição de outro colega que seja considerado melhor aluno. Claro que, como Pedro também repara, o facto de estarem habituados a verem os seus raciocínios validados por uma autoridade exterior (seja o professor, o manual ou um colega mais competente), ao

invés de recorrerem à justificação lógica desse mesmo raciocínio, reforça essa postura dos alunos:

“Eles estão muito inseguros nas posições que têm. Eles acham que é aquilo mas se há uma pessoa dentro da turma que tem um estatuto melhor que o deles, enfim um aluno melhor, e diz uma coisa que está em contradição com a deles, imediatamente eles dizem *Enganei-me, ele tem razão*. É um bocado, esse aspecto, o terem insegurança quanto ao seu próprio conhecimento é também de não estarem habituados a justificarem aquilo que dizem.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

A compreensão da influência que estes aspectos associados a uma cultura da sala de aula exercem nos alunos, parece emergir da experiência e, em particular, da reflexão sobre episódios que ocorrem nas suas turmas. Neste caso, percebe-se que as afirmações do professor decorrem naturalmente da análise que fez do seguinte episódio:

“Mas já fiquei muito contente de ter havido ali um confronto, não estava nada à espera de haver um confronto. Principalmente por um aluno que não tem o estatuto de... é dos mais fraquinhos naquela turma conseguiu ali, durante um bocado, aguentar-se contra os outros todos! Mas acabou por desistir, e tinha razão! Ele é que tinha razão, eu insisti com ele: ele dizia que o 20 era em escada e todos os outros diziam que não era. Eu ainda insisti com ele para descobrir os números porque ele tem alguma facilidade em descobrir...” (discussão das aulas, 3ª investigação)

A insegurança dos alunos sobre o seu conhecimento, de que Pedro fala, reflecte-se também na relação que estabelecem com o seu professor. Este identifica nessa relação alguma dependência que se traduz nos pedidos sistemáticos para acompanhar o seu trabalho, quer fornecendo ajuda para poderem prosseguir, quer pronunciando-se acerca da correcção do que já fizeram. Esta atitude não é, segundo o professor, exclusiva das aulas de trabalho investigativo, mas é nestas que ela se manifesta mais. Contudo, nota que há uma evolução positiva no sentido de não dependerem do professor o que, curiosamente, parece ser causada pelo apoio que encontram no seu grupo:

“Outro aspecto onde penso ter existido uma certa evolução foi na dependência que os alunos sentem em relação ao professor. Nas primeiras actividades eram constantes os pedidos de ajuda, quer para esclarecer as situações, quer para validar as conjecturas apresentadas. Penso que isso não se tenha devido ao facto de estarem mais habituados às actividades de investigação, mas por gradualmente terem conseguido melhorar a performance dos grupos. Digo isto, pois essa dependência continuou a existir nas aulas mais tradicionais o que mostra que o facto de não terem de recorrer tantas vezes ao professor durante a actividade de

investigação deve-se a terem encontrado no grupo um certo apoio.” (relatório final)

A avaliação é um outro factor que condiciona a qualidade do trabalho e o empenho com que os alunos se envolvem. Pedro sabe que os alunos estão habituados a serem avaliados de uma forma tradicional, ou seja, quase exclusivamente a partir do desempenho que manifestam em testes escritos. Sabe também que é através desse instrumento que contam ser avaliados, mesmo quando os professores têm discursos onde afirmam atender a outros factores como a participação, ou a elaboração de outros trabalhos. Esse é outro aspecto que faz parte de uma cultura sobre o trabalho escolar, em que os alunos constróem uma ideia do que realmente é valorizado pelos professores, após uma longa vivência de trabalho regido por esses valores. Acontece que, neste caso, foram cumpridos os critérios inicialmente enunciados pelo professor e que, entre outros aspectos, valorizavam verdadeiramente o trabalho que os alunos produziam em torno das investigações. Pedro reflecte sobre a influência que essa atitude produziu no empenho dos alunos:

“Um facto relevante a referir, é a forma como os alunos se empenharam nesta actividade. Considero que o trabalho realizado na aula pela maioria dos alunos foi de bom nível, demonstrando interesse e vontade de explorar as situações apresentadas. Penso que isto não se deve somente ao facto de estarem um pouco mais familiarizados com este tipo de actividades, mas sim por terem tomado consciência de que de facto, este tipo de exploração tem um peso real na nota final. Penso que durante a actividade de investigação realizada no primeiro período, os alunos não tinham a consciência do peso que essa actividade tinha na sua nota final, o que é perfeitamente compreensível. Imaginando-me como aluno no lugar deles, se um professor dissesse que os testes contavam apenas 50% da nota e que os restantes 50% eram para os trabalhos realizados e para a forma de estar na aula, teria de ver para crer. Habitados que estão a um tipo de avaliação em que os testes tradicionais tem um peso quase absoluto, parece-me natural que os alunos não tomem em conta uma afirmação deste tipo. Depois de terem visto, na avaliação do primeiro período, que de facto este tipo de trabalhos tinha bastante peso na sua avaliação, passaram a encará-los de uma outra forma. [...] O facto de terem algumas dificuldades na realização dos testes tradicionais, leva-os a apostar mais neste tipo de actividade, de forma a poderem, de certa forma, compensar o seu desempenho menos positivo nos testes de avaliação escritos.” (2º relatório)

Note-se que Pedro sabe que não é através desse tipo de motivação que resolverá o problema do envolvimento dos alunos no trabalho investigativo. Como ele afirma, o importante é chegar a uma situação onde os alunos manifestam uma motivação intrínseca ao

trabalho que desenvolvem. Contudo, talvez esse possa ser um caminho para atingir este último objectivo:

“Certo que o ideal seria que a postura que os alunos tiveram fosse resultado da sua afinidade para este tipo de actividades, que tivesse resultado do facto de gostarem de descobrir coisas, de terem a liberdade de escolher o caminho que querem seguir para tentar tirar as conclusões, isto é, que se devesse ao prazer da descoberta. Pelo que escrevi anteriormente, depreende-se que não foi isso que senti que tivesse acontecido, mas penso que foi um passo importante para cativar os alunos para este tipo de actividades.” (2º relatório)

Aprendizagem dos alunos

Apesar de Pedro referir alguma dificuldade em acompanhar o trabalho dos alunos enquanto estes realizam a sua investigação, é possível afirmar que o professor está bastante atento a esse aspecto e que retira dados significativos da sua observação. Mais do que isso, das reflexões a que tive acesso percebe-se que as atitudes e concepções dos alunos relativamente à Matemática, os processos que utilizam, a forma como evolui o seu conhecimento matemático é alvo do seu interesse, desde o início do ano. Vejamos como, logo na realização da primeira investigação, esteve atento à actividade dos seus alunos:

“A resolução deste grupo baseava-se numa forma sistemática de contagem, isto é, descobriram que, contando o número de fósforos de cada linha e multiplicando-o pelo número imediatamente acima, e repetindo o raciocínio para as colunas, obtinham o número de fósforos existentes num quadrado deste tipo. Os grupos “dividiram-se” por duas resoluções. Uma delas foi a descrita anteriormente. A outra que foi encontrada, surgiu da reflexão sobre os números que obtiveram quando contaram os fósforos nos 6 primeiros casos, isto é, quantos fósforos existiam no quadrado de lado 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Após algum apoio, que se limitou a sugerir que escrevessem os resultados de uma forma ordenada e sistemática, chegaram a uma resolução por recorrência.” (1º relatório)

Ainda durante a discussão da primeira investigação, Pedro observou as reacções dos alunos quando perceberam que estavam a trabalhar com algo relativamente complexo e registou a importância que esse pormenor parece ter assumido no seu entusiasmo. Para além disso, confirmou ainda a existência da concepção de que em Matemática só existe um processo de resolução, algo que já esperava enfrentar:

“Um aspecto, curioso, foi a satisfação que os alunos desse grupo demonstraram depois, durante a discussão dos resultados, quando lhes disse que eles ainda não sabiam como escrever aquele tipo de expressões. Sentiram-se bem em ter descoberto, algo que só aprenderão daqui a alguns anos. Algo que de certa forma

já era esperado, mas que não deixa de ser relevante, foi o facto de os alunos, durante a discussão, e perante resoluções diferentes da mesma questão, questionarem-se qual seria a correcta. Tiveram alguma relutância em aceitar ambas as resoluções, mas penso que os consegui convencer que existe mais do que uma maneira de resolver algumas questões.” (1º relatório)

Outro aspecto que refere várias vezes diz respeito à forma como os alunos encaram as actividades de investigação e a qualidade dos seus desempenhos. Quanto a este último aspecto, já referi como foi importante para Pedro perceber que os alunos nos surpreendem quando lhes damos espaço para serem criativos. A percepção de que alguns alunos mostram ser muito mais capazes do que inicialmente imaginamos (ou ao contrário, ficam muito aquém das nossas expectativas), chamou-lhe a atenção para a necessidade de construir um conhecimento mais completo relativamente às suas capacidades, para o qual actividades deste tipo podem constituir uma ajuda fundamental. É, por isso, possível afirmar que a realização de investigações ajudou o professor a construir um conhecimento maior sobre os seus alunos. Quanto à análise da forma como os alunos encaram este tipo de actividade, a seguinte reflexão evidencia o seu interesse por esse aspecto:

“No que respeita aos alunos, penso que os maiores progressos foram efectuados na sua atitude perante estas actividades de carácter investigativo. Se inicialmente estes encaravam as tarefas com desconfiança e sem saberem muito bem o que era esperado que eles fizessem e qual a “matéria” que era necessária saber para a resolver, fui-me apercebendo que, ao longo do ano, os alunos fizeram bastantes progressos neste campo. Passaram a encarar estas actividades como sendo mais uma tarefa e, gradualmente, deixaram de ficar preocupados em saber quais os conhecimentos que teriam de utilizar passando a tentar explorar a situação com as ferramentas matemáticas que tinham à disposição.” (relatório final)

A reflexão sobre as aulas de investigação

A metodologia de trabalho com o grupo de estágio que foi estabelecida no início do ano e posteriormente implementada, contemplou momentos de reflexão por parte dos professores. Para além das reflexões que espontaneamente se produzem, a elaboração dos relatórios e as discussões das aulas constituíram momentos privilegiados para a análise das experiências vividas. Mas se, inicialmente, este exercício foi aceite naturalmente como uma componente de trabalho que os estagiários deveriam realizar no âmbito do estágio, a verdade é que a sua real importância só foi compreendida posteriormente. No caso de Pedro, a reflexão acabou por ser

vista como uma actividade que deve acompanhar a prática e que é essencial ao desenvolvimento do conhecimento do professor:

“Outro aspecto de que me tenho apercebido durante este ano, é da real importância da reflexão no final de cada actividade. É verdade que muito se aprende quando estamos na sala de aula com os alunos e somos confrontados com todo o tipo de situações, mas penso que só depois de reflectirmos sobre o que aconteceu podemos tirar conclusões produtivas e desenvolver estratégias adequadas que nos permitam lidar de uma forma mais produtiva com esse tipo de situações. O facto de ter de apresentar um relatório sobre as actividades desenvolvidas contribuiu para me aperceber desse facto. Espero conseguir fazer essa reflexão não só sobre as actividades de carácter investigativo, mas sobre toda a minha prática lectiva pois só assim poderei ir melhorando a minha forma de estar no ensino.” (relatório final)

A valorização da reflexão que este excerto ilustra está associada a situações particulares. Quando o professor menciona a possibilidade de desenvolver estratégias adequadas para lidar com certas situações, está a referir-se ao que lhe aconteceu a propósito das dificuldades que sentiu em apoiar os alunos adequadamente. Como já foi referido, depois da investigação em torno das funções polinomiais, Pedro pensou em estratégias que o poderiam ajudar a ultrapassar as dificuldades sentidas. Essas ideias foram usadas na investigação seguinte e o professor sentiu-se mais confortável com a sua prestação. É, portanto, a partir da sua percepção sobre os resultados práticos das suas acções que valida o interesse dessas mesmas acções. Neste caso particular, o proveito que tirou das reflexões que levou a cabo mostraram-lhe a sua relevância para a sua aprendizagem como professor.

De certa forma, esta situação denota ao mesmo tempo um certo pragmatismo por parte do professor estagiário. Ou seja, há alguma tendência para valorizar o carácter utilitário e imediato das coisas, o que perceptível noutros testemunhos. Por exemplo, Pedro desvaloriza completamente as disciplinas de cunho educativo mais genérico, como História e Filosofia da Educação que frequentou no 4º ano, por achar que elas não lhe ensinaram nada que pudesse aplicar na sala de aula. Também o seu dilema relativamente ao peso a atribuir às investigações no ensino secundário deve-se, pelo menos em parte, a esta sua postura. No fundo trata-se de um confronto entre o trabalho centrado nas capacidades matemáticas dos alunos, cujos resultados são projectados a longo prazo, e o trabalho centrado sobre os conteúdos, mais facilmente avaliado a curto prazo.

Pode-se dizer que esta postura algo pragmática poderá limitar o grau de aprofundamento das reflexões do professor, pelo menos sobre aspectos mais teóricos ou

filosóficos. Estes aspectos não devem ser menosprezados uma vez que um professor não deve perder de vista os princípios ou os objectivos educativos; eles devem orientar a sua acção, mesmo que seja apenas de forma implícita. Contudo, e apesar desta postura, há alguns indicadores que apontam para uma boa qualidade nas reflexões produzidas por Pedro. Entre eles está a capacidade que evidenciou de, espontaneamente, analisar as suas próprias concepções e a influência que elas têm na forma de leccionar. Concretamente, a reflexão sobre alguns episódios envolvendo os seus alunos revelou-lhe o quão enganadoras poderão ser as expectativas que construímos relativamente aos seus desempenhos e, conseqüentemente, como poderemos ser conduzidos por essas expectativas sem nunca chegarmos a conhecer bem os alunos. Penso que esta disponibilidade para analisar o que se passa à sua volta, retirando consequências para a sua forma de pensar e de agir, ilustram uma boa capacidade de reflexão.

Conclusão

Apesar da personalidade algo reservada de Pedro, a convivência com ele ao longo do ano tornou possível aceder a muitas ideias e sentimentos do professor estagiário. Na verdade, algumas vezes isso só foi possível devido ao seu esforço em explicitar os seus pensamentos e à forma positiva como encarou o estágio: um momento importante de formação, em que se deve tirar proveito das circunstâncias especiais em que decorre, em particular, o apoio que os orientadores fornecem.

O professor estagiário afirma que a formação que recebeu na Faculdade lhe permitiu encarar o ensino da Matemática de outra perspectiva e que lhe forneceu ideias sobre novas metodologias a usar na sala de aula. Assim, no início do ano, mostra a intenção clara de se distanciar de um ensino tradicional, onde o ciclo “dá matéria, faz exercícios, resolve o teste”, marca o quotidiano das aulas de Matemática. Para concretizar esta sua intenção e realizar actividades como a resolução de problemas ou investigações, sabe que terá várias dificuldades e encontrará obstáculos, mas considera que este é o ano indicado para começar a enfrentá-los.

Um dos obstáculos com que conta desde o princípio é a sua inexperiência, não só ao nível da leccionação e da utilização daquele tipo de metodologias em aula, mas também ao nível do envolvimento nas tarefas matemáticas que agora pretende propor aos seus alunos.

Um outro obstáculo que enuncia é o programa — as suas indicações, a sua extensão e a leitura que dele se faz. Falando sobretudo do programa do ensino secundário, Pedro reconhece que este documento sugere a presença de actividades como as investigações, porém essa orientação é encoberta pela forte presença dos conteúdos, quer em quantidade, quer no aprofundamento que se pretende. Na sua perspectiva, esse factor é agravado pela leitura que os professores habitualmente fazem do programa: *o que é que eu tenho de dar?* Foi assim que se posicionou no início do ano e percebeu a dificuldade em conjugar essa perspectiva com a valorização de um tipo de trabalho não rotineiro. Finalmente, já no fim do ano, a análise que fez do exame de 12º ano reforçou a sua perspectiva de que a realidade contraria e sobrepõe-se a algumas orientações oficiais, constituindo um verdadeiro dilema que o professor tem de resolver.

As atitudes que Pedro manifestou relativamente à utilização das investigações na sala de aula variaram consideravelmente ao longo do ano. Desde o início que o professor estagiário afirma valorizar este tipo de trabalho na sala de aula. Contudo, os motivos que o levam a atribuir essa importância mudam claramente à medida que prepara, experimenta e reflecte sobre este tipo de tarefa. No início do trabalho, a importância das investigações aparece associada à aprendizagem de conteúdos, pois considera que quando estes são tratados através destas tarefas, os alunos retêm-nos por mais tempo. Porém, esta visão é completamente abandonada, dando lugar à valorização das investigações pelo desenvolvimento de processos matemáticos que proporcionam, bem como pelo desenvolvimento de atitudes, como o gosto em aprender. No fim, considera que pode ser importante conjugar a leccionação de conteúdos com a utilização de investigações, na medida em que assim o professor pode rentabilizar o tempo de que dispõe.

Também a confiança com que Pedro encara a condução de aulas com investigações foi crescendo ao longo do ano. A insegurança inicial parece ter sido provocada pelas fracas expectativas relativamente ao trabalho dos alunos, associadas à inexperiência que tinham na resolução de tarefas de carácter mais aberto. Aliás, esta inexperiência é também reconhecida em si próprio e é, também ela, factor de insegurança. Para além disso, o professor tem consciência que o papel que deve desempenhar nas aulas em que se desenvolve este tipo de trabalho é diferente do habitual e isso levanta-lhe novos desafios. Em particular, o tipo de interacção que estabelece com os alunos é motivo de uma preocupação sistemática, pois

reconhece que através dela poderá favorecer ou comprometer a consecução dos objectivos que tem em mente.

Ao longo do ano, há várias manifestações que aparentam um aumento considerável na segurança do professor. Entre os factores que parecem ter mais influência nessa evolução, está o apoio que lhe foi fornecido, particularmente durante a preparação das aulas. Nessa fase, foi especialmente importante a exploração da tarefa, com especial atenção àquela que poderia corresponder à perspectiva dos alunos. Outro factor determinante foi a receptividade dos alunos às tarefas, bem como os seus desempenhos durante a resolução. De facto, o *feedback* positivo que Pedro teve e que, em vários casos, o surpreendeu, teve muita influência na forma como passou a encarar a utilização das investigações. Finalmente, destaco a reflexão sistemática em que o professor estagiário se envolveu e que lhe permitiu fazer uma análise mais produtiva das situações que viveu e encontrar estratégias para ultrapassar algumas das suas dificuldades.

A evolução registada nas atitudes deste jovem professor é indissociável da mudança que se operou no seu conhecimento, nomeadamente aquele que está mais directamente ligado à realização de actividades de investigação. Este conhecimento ficou patente na preparação, condução e reflexão sobre as aulas de cunho investigativo e, a forma diferente como Pedro foi encarando estas três dimensões do seu trabalho, ilustra também a evolução desse mesmo conhecimento.

Resolver a tarefa procurando explorá-la em várias direcções tornou-se, desde a preparação da primeira investigação, o aspecto mais central desta fase. Pedro considera que essa exploração lhe permite antecipar alguns cenários e, conseqüentemente, prever formas de agir. Isto é para si muito importante, pois espera que os alunos tenham muitas dificuldades e coloquem várias questões. O seu papel, aliás aquele a que dá mais atenção na condução destas aulas, é apoiar esses alunos pois desse apoio depende em grande parte o sucesso da actividade. Contudo, esse apoio é percebido como algo verdadeiramente difícil e traduz-se essencialmente num problema de comunicação: o que responder e como responder aos alunos de forma a não dirigir o seu raciocínio e, simultaneamente, ajudá-los significativamente? Esta é a questão principal a que o professor estagiário procurou responder durante a preparação das suas aulas.

Só mais tarde apareceu a necessidade de preparar a forma como introduziria a tarefa à turma, o que aconteceu também para a fase de apresentação e discussão de resultados. Porém,

segundo a sua perspectiva, esta requer um conhecimento das resoluções dos alunos, pelo que encontra necessidade de recolher dados relativamente às suas produções durante a aula. A fase de introdução da tarefa passou a ser vista como uma forma de clarificar o seu significado e os objectivos, bem como de motivar os alunos. Já a discussão de resultados revelou-se numa variedade de aspectos que Pedro começou por ignorar. Passou de uma postura de algum cepticismo para o reconhecimento de várias potencialidades como as de promover a comunicação, formular e resolver novas questões, observar o professor a investigar, estabelecer ligações com o trabalho de outras aulas.

Também a forma de organizar os alunos não é, pelo menos inicialmente, motivo de ponderação do professor, já que esta questão aparece desde logo respondida — os alunos organizam-se em pequenos grupos de três ou quatro elementos. Só com a realização de algumas experiências seguindo esta orientação é que Pedro compreende que o trabalho de grupo não pode ser encarado de forma tão ligeira, pois levantam-se várias questões que o professor não pode ignorar. No seu caso, a discrepância na participação dos alunos do mesmo grupo obrigou-o a reflectir sobre a adequação daquela forma de trabalho.

Finalmente, a forma como vê a selecção da tarefa mudou com a maior compreensão que adquiriu sobre a natureza e as potencialidades das actividades de investigação. Como referi acima, o professor passou a considerar que a riqueza da situação matemática apresentada — possibilidades de exploração, interesse para os alunos — deveria ser o principal critério a ter em conta. A integração dos conteúdos a leccionar não deixa de ser um factor a considerar, de forma a rentabilizar o trabalho e a integrá-lo melhor na sequência das aulas.

Ao longo deste ano, Pedro foi reconhecendo outros factores que influenciam a dinâmica da aula. Para além de aspectos como a tarefa a propor, ou a forma como o trabalho está organizado, e que dizem respeito especificamente àquele conjunto de aulas, há outros que são transversais ao trabalho realizado mas que importa igualmente atender. É o caso do ambiente e cultura da sala de aula. Nesta dimensão destaco a compreensão que o professor demonstrou relativamente à influência que as imagens de cada um exercem na dinâmica da aula. As imagens que professor e alunos têm da sua competência matemática afectam a postura de ambos, podendo constituir um obstáculo à aprendizagem e ao conhecimento que o professor constrói sobre os seus alunos.

Na mente de Pedro parece estar sempre presente uma certa “perspectiva matemática” e que percorre a preparação, condução e reflexão sobre as aulas. Ou seja, parece haver uma

preocupação constante em analisar do ponto de vista matemático a actividade que se vai desenvolver, que está a decorrer ou que já aconteceu. Este aspecto é bastante aparente na análise que o professor faz sobre o trabalho dos alunos e em que se preocupa bastante em conhecer os processos de raciocínio que utilizam, as reacções que manifestam e as concepções que demonstram relativamente à Matemática.

Este foco de interesse não constitui grande surpresa se recordarmos que, para Pedro, o professor de Matemática é, acima de tudo, um matemático. Mais ainda, faz questão de referir que se aborrece um pouco com outras dimensões da sua profissão, como a dimensão relacional e que implica, por exemplo, ter de ensinar regras de comportamento aos seus alunos. É a Matemática que mais o seduz na sua actividade. Pedro exhibe um conhecimento matemático que, nalgumas vertentes, é bastante sólido e um entusiasmo em aprender mais que o lança para novos desafios. Isso aplica-se ao conhecimento associado às investigações que mereceu também uma evolução ao longo do ano.

Também no caso de Pedro, considero que a evolução do conhecimento didáctico associado à realização de investigações remete para quatro fontes, se bem que com contributos diferentes: a experiência, a reflexão sobre a experiência, a interacção com os seus colegas e orientadoras e a análise de textos teóricos directamente ligados ao tema das investigações.

A experiência é, sem dúvida, muito importante. Naturalmente que nela englobo não só os acontecimentos em aula, como o trabalho que se faz em torno dela. Por exemplo, a preparação das investigações foram determinantes quer para o desenvolvimento de atitudes mais positivas, quer para o conhecimento do professor. Contudo, destaco a reflexão sobre essa experiência como o aspecto mais relevante para o conhecimento de Pedro; é através dela que avalia o interesse da experiência e extrai ilações que se traduzem em princípios ou regras de acção para o professor.

O trabalho cooperativo que envolveu as colegas e orientadoras teve também um papel importante. No entanto, convém diferenciar aqui essa influência. Do ponto de vista do trabalho que me envolveu enquanto orientadora, parece-me que ele foi determinante para a evolução das atitudes e do conhecimento do professor. Essa influência está associada à importância da experiência e da reflexão sobre a experiência. Por um lado, a forma como a experiência decorreu foi influenciada pelas minhas sugestões, por outro, a reflexão foi por mim impulsionada de duas formas: através dos relatórios que pedi que elaborassem e através

das discussões das aulas que tinham por base esses mesmos relatórios. Com características diferentes, a interacção com as suas colegas de grupo teve também influência para o conhecimento do professor. No entanto, diria que essa influência se prende mais com um sentimento de apoio característico no grupo. Da convivência com o grupo de estagiários e do conhecimento que construí sobre cada um deles, parece-me que Pedro mantém uma postura mais independente e não é tão permeável às ideias dos outros, principalmente de quem não reconhece maior competência em determinada matéria.

Finalmente, o conhecimento proveniente de fontes como artigos de outros autores tem uma influência difícil de determinar. Ao longo do trabalho realizado, houve apenas uma situação em que o professor explicitou esse contributo: a leitura de um texto foi um dos elementos que lhe sugeriu a importância de prestar maior atenção à introdução da tarefa. Neste caso, parece que houve um contributo directo para a prática da sala de aula. Contudo, é provável que tenha havido outros, como por exemplo, para compreensão da natureza e potencialidades das investigações, mas não existem evidências substanciais disso.

Pedro constitui assim o caso de um professor estagiário que gosta muito de Matemática e, especialmente, de situações problemáticas que desafiem o seu pensamento. Esta sua característica contribui para encarar positivamente a integração de tarefas como as investigações na prática lectiva, o que procura fazer embora com alguma insegurança. O que vai aprendendo da experiência e, sobretudo, da reflexão sobre essa experiência permite-lhe ultrapassar essa insegurança e valorizar cada vez mais estas actividades. Contudo, os constrangimentos que na sua perspectiva resultam dos programas constituem uma oposição à integração plena das investigações na sua prática.

VIII. Ana

Ana tem 22 anos de idade e vive na margem sul do Tejo com os seus pais. Trata-se de uma jovem que demonstra facilidade no relacionamento com os outros, sendo até bastante afável. Mostra disponibilidade para falar das suas opiniões, dos seus conhecimentos e das suas dificuldades, mesmo quando elas revelam os seus pontos fracos. Como a própria afirma, enquanto estudante foi sempre bastante aplicada, característica que se mantém com professora — aprender ou ensinar são responsabilidades que assume muito seriamente e, por isso, a eventualidade de não as conseguir cumprir preocupa-a bastante.

Ana sempre teve um gosto especial por Matemática. Recorda-se como desde pequena, nos primeiros anos de escola, ficava frustrada quando falhava alguma conta, logo àquele que era o seu tema preferido! Ao longo da escolaridade básica e secundária foi sendo sempre bem sucedida, fruto do seu gosto pela disciplina mas também do seu empenho em ser boa aluna. Este estatuto sempre foi determinante para si por várias razões. Por um lado, pela importância que atribuía à sua formação, por outro, pela vontade de apresentar bons resultados aos seus pais e professores. Entre estes recorda uma professora que a marcou bastante pelo seu profissionalismo e pela preocupação que demonstrava para com os alunos. Na altura de decidir o curso superior que queria frequentar, a sua imagem contribuiu também para a escolha do Ensino da Matemática. Já em criança tinha pensado ser professora, contudo, ainda considerou outras hipóteses. Anteriormente tinha estudado contabilidade, mas percebeu que apesar de envolver alguma Matemática não era bem o que queria. Também pensou em ser enfermeira, por ser uma profissão que implica o relacionamento com os outros, mas concluiu que também não era bem esse tipo de relacionamento que pretendia:

“Acho que queria ter uma profissão que tivesse de trabalhar muito com os outros, com outras pessoas, tanto que tanto a enfermagem como o professor é um bocadinho isso, mas não mas não é ajudar as pessoas daquela maneira era ajudar as pessoas a compreenderem, não a tratar, não me estava a ver a tratar as pessoas. Depois desisti, depois concorri só mesmo para Matemática.” (1ª entrevista)

A convicção com que acabou por escolher o curso que queria frequentar depressa caiu por terra. A adaptação à faculdade foi muito difícil e os maus resultados nos exames — os primeiros no seu percurso escolar — deixaram-na desolada. A metáfora que usa para descrever o que sentiu então, traduz bem o quão difícil foi essa adaptação:

“Depois foi como um estalo na cara, no primeiro ano foi uma desgraça! Eu, eu achei que estava no curso errado! Fiquei muito assustada porque as coisas não correram bem e não consegui. À primeira vez só consegui fazer uma cadeira e fiquei assim um bocado em estado de choque. [...] Porque depois também não estava habituada a chumbar, nunca tive negativas... De repente não conseguir fazer as cadeiras foi assim um bocado frustrante. Mas depois lá consegui no recurso fazer mais duas, e depois fiquei assim mais animada. Mas chorei muito já aqui na Faculdade.” (1ª entrevista)

No entanto, o grau de dificuldade das disciplinas da área da Matemática não foi o único responsável pelo desânimo de Ana. Também as características dos conteúdos leccionados, a seu ver muito afastados daqueles que um dia haveria de ensinar e que pouco serviriam para a apoiar nesse trabalho, não a motivavam para o estudo. Como afirma, exceptuando algumas disciplinas, a única motivação que encontrava para se empenhar era o seu objectivo final — terminar o curso para começar a ensinar.

Para além deste factores, a professora estagiária recorda outro aspecto que, na sua perspectiva, contribuiu para o seu insucesso inicial — a relação distante com os professores. Como a própria explica:

“Chegavam lá, falavam, não havia uma relação! E acho que isso também me marcou muito porque acho que sempre fui muito habituada a dar-me bem com as pessoas e sentir que elas me tentavam cativar [...] e aqui acho que perdi um bocado isso e porque perdi acho que perdi muito também de ter melhores notas ou passar às cadeiras... Acho que desinteressou-me um bocado.” (1ª entrevista)

A vontade de estudar algo mais próximo da sua futura profissão criou-lhe expectativas positivas relativamente à formação do 4º ano, onde são ministradas as disciplinas de carácter educacional. Tinha a esperança de se preparar bem para o seu papel e tomar contacto com a realidade escolar. Olhando para trás, Ana considera que esses objectivos foram atingidos, mas apenas em parte. As disciplinas que se relacionam com a Didáctica da Matemática foram aquelas que mais a agradaram, porém gostaria de ter tratado ainda outros temas que o pequeno espaço que estas disciplinas ocupam não permite:

“Lá está, acho que o ano é muito curto, eu acho que damos pouca coisa, acho que devíamos falar mais de certos assuntos [...] Tive muita pena de não ter aprendido

a trabalhar com calculadoras gráficas aqui na faculdade, porque acho que também é importante, mas também acho que se tivéssemos usado a calculadora durante os 3 [primeiros] anos talvez aí seria, não era preciso termos feito muitas aulas sobre isso no 4º ano, era só para complementar.” (1ª entrevista)

Embora claramente menos entusiasmada com as disciplinas de carácter mais geral, encontra mesmo assim um interesse para a sua formação e que se prende sobretudo com o despertar para os problemas educativos:

“Depois, no 4º ano, acho que algumas cadeira, vá lá estou a falar daquelas mais teóricas, Pedagogias... mais teóricas porque não damos tanta coisa ligada à Didáctica, acho que são boas até mesmo para alertar para certos problemas e discutimos certas situações que às vezes a gente não se lembra. Ficamos assim com uma antena no ar, acho que foram boas, chamaram atenção para coisas diferentes.” (1ª entrevista)

Com a perspectiva do ano de estágio pela frente, Ana fala das suas expectativas. As primeiras palavras que expressa correspondem fielmente àquela que será a postura desta nova professora:

“Espero fazer o primeiro contacto com... o que é ser professor. Espero que os alunos aprendam. Sinceramente! Espero mesmo conseguir dar as coisas todas e que eles aprendam mesmo. Porque acho que ser professor não é só... Não se ensina se os alunos não aprendem...” (1ª entrevista)

Conhecimento matemático

Vejamos então alguns dos traços principais do conhecimento matemático de Ana e, em particular, a forma como ele é usado quando realizam problemas ou investigações matemáticas.

A relação de Ana com a Matemática sofreu algumas alterações ao longo do seu percurso escolar. Como já referi, durante a escolaridade básica e secundária esta era a sua disciplina favorita e o seu aproveitamento foi sempre bom. Com a entrada no curso superior, essa relação alterou-se profundamente — o prazer deu lugar à obrigação e as classificações baixaram drasticamente. Mas que balanço faz da formação matemática que recebeu então? Logo de início a sua apreciação foi negativa, o que também contribuiu para o desinteresse que sentiu. Quatro anos mais tarde, depois de concluídas todas as disciplinas do plano de estudos,

a sua opinião não é muito positiva: “Acho que o curso de Matemática não está feito para quem quer ser professor”. Na prática, isto significa que hoje sente lacunas em algumas áreas, como a Geometria e a Estatística, cuja formação foi preterida em favor de outras, como é o caso da Álgebra:

“Acho que estamos muito mal preparados para certas áreas e muito bem para outras que nunca sequer vamos utilizar. Acho que houve uma grande exigência na parte das Álgebras [...] Enquanto que em Geometria, por exemplo, acho que é flagrante, acho que estamos muito mal preparados em Geometria porque acho que demos poucas cadeiras do que vamos precisar. Não estou a dizer que não devíamos aprofundar mais, que devíamos dar o programa de 10º ano, nada disso! Estou a dizer que isso ligado, mais avançado, mais elaborado, uma coisa mais elaborada mas que tivesse mais sentido para o curso. E por exemplo a Estatística, também acho. [...] Ou seja os conteúdos dos programas que nós vamos, em princípio, leccionar são pouco contemplados nas cadeiras.” (1ª entrevista)

Para além destas lacunas que enunciou logo no início do ano e que depois se vieram a confirmar com a prática lectiva, Ana apercebeu-se de outras falhas no seu conhecimento matemático, ainda durante o 4º ano do curso. Recorda algumas actividades de carácter mais aberto que realizou na altura, no âmbito das disciplinas da Didáctica da Matemática, e que apesar de lhe parecerem interessantes fizeram-na sentir-se insegura:

“Eu acho que essa [actividade], eu gostei, gostei mas senti-me muito triste, porque dei comigo *Como é que eu não consigo fazer uma coisa destas?*, e quer dizer... ou *como é que eu tenho dificuldades em fazer uma coisa destas?* Acho que gostei dela porque acho que tem muito a ver... é muito importante para os alunos. E acho que é uma forma muito gira de descobrir, às vezes, certas coisas. Tentar descobrir acho que é muito importante.” (1ª entrevista)

As dificuldades registadas nesta situação relacionam-se particularmente com o conhecimento matemático que Ana mobiliza quando se envolve em actividades de carácter investigativo. Mas como se caracteriza este conhecimento e que indicadores existem relativamente à sua evolução? No passado, enquanto aluna, afirma ter tido um ensino tradicional onde a mecanização era uma característica importante. Não se recorda de ter resolvido problemas ou investigações, talvez alguns casos pontuais. Contudo, considera que o trabalho realizado no âmbito das disciplinas da área da Matemática que frequentou ao longo do curso, tinha esse carácter investigativo. Ou seja, ao contrário dos exercícios que realizava na escola em que normalmente bastava aplicar um algoritmo previamente aprendido, na faculdade “nada era de caras”, era necessário experimentar, testar hipóteses e, sobretudo, demonstrar — aspectos característicos de uma investigação. Mas se, por um lado, lhe parece

que o tipo de actividade em que se envolvia nestas disciplinas tem a natureza de uma actividade de investigação, por outro, isso não parece ter servido de suporte à realização das tarefas de investigação que entretanto lhe foram propostas (aplicáveis ao ensino básico ou secundário).

Portanto, pode-se dizer que a experiência matemática de Ana, enquanto aluna, não parece ter contribuído substancialmente para a sua competência na realização de investigações. Esse aspecto foi perceptível na realização de algumas actividades durante o 4º ano e confirmado ao longo do estágio. De facto, a realização de investigações neste ano permitiu conhecer melhor as dificuldades da professora estagiária neste tipo de actividade. Alguns dos aspectos então manifestados já foram relatados no capítulo V, a propósito da preparação de aulas de investigação. Contudo, vale a pena voltar a referir os aspectos mais relevantes para o caso de Ana.

Entre as tarefas propostas aos seus alunos, as que se dirigiram ao 7º ano foram aquelas que, do ponto de vista matemático, representaram maiores desafios para os professores e que, por isso, foram mais exploradas nas reuniões de preparação. A resolução da investigação sobre funções polinomiais, proposta ao 10º ano, nunca constituiu problema, talvez por estar muito ligada a conteúdos que dominam bem. Apesar de estarem destinadas a um ano de escolaridade bastante inferior, as tarefas *Quadrados com fósforos* e *Números em escada* foram as mais reveladoras do conhecimento e das dificuldades do grupo. Porém, se tudo se passou de forma semelhante para os três estagiários relativamente à primeira tarefa, na segunda foi possível distinguir três comportamentos distintos. No caso de Ana foi possível reconhecer uma evolução positiva na forma de abordar a tarefa, porém foi igualmente notória a insegurança que ainda sentiu na sua resolução. A estratégia que seguiu foi diferente da usada pelos seus colegas — resolveu gerar dados para a partir deles poder generalizar —, uma abordagem bastante adequada à situação proposta. No entanto, quando percebeu que Pedro e Margarida utilizavam uma estratégia estritamente algébrica — o que nalguns casos é bastante limitador —, resolveu adoptá-la também. Depois disso procurou conjugar as duas abordagens e acabou por se atrapalhar.

Este pequeno episódio é, por si só, indicador da falta de confiança que Ana sente na sua capacidade de resolver este tipo de tarefas. Contudo, depois de termos discutido as duas estratégias e de a professora ter percebido que a sua se adequava perfeitamente à situação, ganhou mais confiança e passou a entusiasmar-se bastante com a actividade. Na verdade, a

realização desta tarefa parece ter constituído um marco importante na forma de encarar as investigações. Ana foi com outra disposição para estas aulas e a diferença que notou nos resultados dos alunos não foi ignorada:

“Eu gostei, gostei mesmo muito da actividade, para mim. Não sei se lhes transmiti essa ideia, algum entusiasmo em relação às coisas, o achar engraçado as relações, não sei... Acho que estava mais convicta que aquilo tinha piada. E acho que eles conseguiram sentir isso também” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Como já referi anteriormente, para além da exploração das investigações que iriam ser propostas aos alunos, os estagiários resolveram ainda a tarefa *Sombras de um cubo*. Esta tarefa envolve a determinação das sombras de um cubo produzidas por um foco de luz situado em qualquer ponto exterior ao cubo e foi criada tendo em vista a sua utilização no ensino secundário. Porém, a sua exploração pelos estagiários não visava a implementação nas aulas, mas sim o desenvolvimento de capacidades que lhes possibilitassem abordar este tipo de propostas com maior segurança.

Assim como Margarida, também Ana não conseguiu resolver a tarefa sozinha e por isso, marcámos uma reunião em que as duas professoras trabalharam nela com o meu apoio. Dado que esta tarefa envolve uma diversidade de conteúdos e também de processos, foi possível a partir da sua resolução caracterizar melhor o conhecimento da professora.

A primeira grande dificuldade que se colocou diz respeito à visualização. De facto, a identificação da sombra do cubo com o foco de luz acima do centro da face topo revelou-se muito complicada e a própria intuição não serviu de auxílio — inicialmente, Ana dizia que quanto mais longe estivesse o foco, maior seria a sombra. O esboço da situação também não se revelou fácil e mostrou desconhecer alguma terminologia como *vista de frente*. Esta abordagem inicial da tarefa confirmou a opinião que a professora já havia manifestado relativamente à sua formação em Geometria.

Depois de ultrapassada a interpretação da situação, iniciou-se a investigação propriamente dita. Nessa altura, um outro problema se colocou — organizar e sistematizar a investigação. Ana achou que seria necessário estudar as sombras para os quatro casos em que o foco estivesse acima do vértice da face topo. Só depois de discutirmos esta situação é que foram separados os casos verdadeiramente diferentes. A partir daqui a investigação passou a correr bastante melhor, sobretudo quando as questões podiam ser resolvidas analiticamente. Se a intuição não se mostrou muito produtiva, pelo contrário, a formalização de certas questões, como provar analiticamente que a sombra teria sempre a forma de um quadrado

enquanto o foco estivesse acima da face topo, pareceu ser tarefa bastante fácil. Ana também não teve dificuldade em recorrer a outros conteúdos, como a semelhança de triângulos, para confirmar as suas conjecturas.

Fazendo o balanço desta experiência, é possível identificar claramente dois problemas. O primeiro está relacionado com uma aprendizagem deficiente ao nível da Geometria — o raciocínio espacial está pouco desenvolvido, o que é perceptível nas dificuldades em visualizar e representar objectos e relações entre objectos. O segundo diz respeito ao processo de investigação, em que se nota sobretudo alguma dispersão. Contudo, foi confirmada a sua facilidade em utilizar métodos analíticos para resolver problemas e o domínio de vários conteúdos matemáticos. Para além destes aspectos, é necessário ainda referir a atitude da professora ao longo da investigação. As dificuldades que encontrou pareceram tornar esta experiência um pouco penosa, o que posteriormente viria a confirmar. Contudo, ressalta que o facto de poder resolver a tarefa em grupo, tornou a actividade mais agradável.

Finalmente, não posso deixar de referir dois aspectos que me impressionaram. Por um lado, as grandes dificuldades que Ana sentiu ultrapassaram claramente as minhas expectativas. Por outro lado, a forma positiva como entretanto foi evoluindo na investigação e a facilidade com que foi abordando algumas questões voltaram a surpreender-me. No fim, já discutia com a sua colega o que poderia acontecer em determinadas situações fazendo uso da sua intuição que, desta vez, não a enganava. Penso que esta experiência só vem comprovar a ausência de experiências significativas no percurso escolar de Ana, especialmente no campo da Geometria, mas que podem ainda ser ultrapassadas através do seu envolvimento em tarefas deste tipo.

Atitudes

Nesta secção, será apresentada uma análise das principais atitudes que Ana manifesta relativamente ao ensino da Matemática e, em particular, relativamente à realização de actividades de investigação na sala de aula. Esta análise focou-se especialmente na segurança manifestada pela professora relativamente a esta forma de trabalho, à valorização que lhe foi atribuindo e às expectativas que exibiu.

Atitudes relativas ao ensino da Matemática

Ao longo do ano foi possível aceder às atitudes que Ana manifesta relativamente ao ensino da Matemática, quer através do seu discurso, quer da postura que exibiu. De uma maneira geral, ambos traduzem entusiasmo e empenho, mas também ansiedade e insegurança, próprias de quem inicia a profissão que escolheu, depois de atravessar um caminho com vários obstáculos.

Como já referi, a jovem professora caracteriza o ensino a que foi sujeita como tradicional. Na verdade, a experiência prolongada de um tipo de ensino homogéneo fê-la pensar, até há bem pouco tempo, que essa era a única forma de ensinar. Na sua perspectiva, tratava-se de “fazer um, repetir mil e já está!”, enfatizando assim o carácter mecanicista. Naturalmente que esta forma de caricaturar esse ensino denota já por si uma crítica, própria de quem se quer distanciar dessa metodologia. Para Ana, as disciplinas ligadas à Didáctica da Matemática que frequentou durante o 4º ano da licenciatura permitiram-lhe isso, pois foi aí que teve o primeiro contacto com “as novas maneiras de tentar com que os alunos aprendam”. Entre estas, foca em primeiro lugar as actividades matemáticas, como a resolução de problemas e as investigações.

Contudo, a jovem professora considera que nessas disciplinas foi-lhe permitido apenas levantar o véu sobre as novas metodologias e não foi possível abordar ou aprofundar alguns assuntos, particularmente aqueles que se relacionam com a utilização da tecnologia na sala de aula. Com esta experiência parece ter aprendido bastante, mas parece igualmente ter compreendido o quanto tem ainda por aprender. Assim, Ana deposita a esperança de continuar essa caminhada no ano de estágio:

“Acho que é um ano que estamos acompanhados e temos que aproveitar, vou aproveitar para com eles [orientadora e colegas estagiários] aprender muita coisa porque depois não sei para onde vou, com quem é que vou trabalhar. O estágio é assim a abertura, é assim o início daquilo que quero já fazer...” (1ª entrevista)

Um aspecto que Ana afirma logo no início do ano e que é perfeitamente consistente com a sua prática posterior, diz respeito à sua preocupação com os alunos, nomeadamente com a sua aprendizagem. É interessante que mesmo sem experiência e, necessariamente, com um conhecimento de si enquanto professora pouco desenvolvido, esta jovem tenha consciência daquele que será um dos traços principais da sua postura enquanto profissional:

“Acho que as preocupações são mais em torno... preocupo-me comigo, o que vai acontecer comigo, mas também acho-me preocupada... com as turmas, acho que me vou preocupar muito mais com eles do que comigo.” (1ª entrevista)

Ana assume a enorme responsabilidade que considera ter. Na sua perspectiva, o seu papel é muito importante para a aprendizagem dos alunos, mas não só. As suas atitudes influenciam também as atitudes que os alunos manifestam relativamente à disciplina, à escola ou até relativamente a si próprios. A influência que acredita ter sobre os alunos e a sua preocupação relativamente a cada um deles são perceptíveis na seguinte história que me contou:

“Por exemplo, eu lembro-me de um aluno que, no início do ano, ele teve negativa e eu tentei puxar por ele. Tentei mostrar-lhe que ele se calhar até sabia umas coisas, tentei levá-lo ao quadro, tentei que ele participasse mais na aula... Porque a tendência natural dos professores daquela turma é, como ele tinha assim um aspecto um bocado gingão, armado em bom, punham-no assim a um canto... era visto como um dos maus... [...] E durante o ano todo acho que consegui mesmo... porque eu acho que ele gostava de Matemática, mas nunca houve assim ninguém que o tivesse cativado, ou o tivesse puxado para a aula. Porque ele está lá atrás, sentado numa mesa lá ao fundinho, e se a pessoa quiser não o vê [...] Sinto um bocado de orgulho porque consegui cativar um aluno que... o ano passado teve 1!” (última entrevista)

Portanto, é possível identificar claramente uma intenção de trabalhar para o sucesso de cada aluno. Esta sua postura contribui para a recusa do modelo de ensino que experimentou enquanto aluna e reforça a sua vontade de adoptar novas metodologias, mais ajustadas às orientações dos programas e ao conhecimento que hoje temos proveniente da Didáctica da Matemática. É que, na sua perspectiva, hoje fazem-se actividades diferentes, como algumas das que realizaram com os alunos e que incluem jogos, problemas e investigações. Porém, a maior mudança traduz-se numa forma de trabalhar “mais centrada no aluno”, enquanto que anteriormente as aulas eram dadas “quase independentemente dos alunos”, uma mudança que é claramente do seu agrado.

A disposição para desenvolver um trabalho mais inovador com os seus alunos é, contudo, acompanhada de alguma insegurança. A introdução de actividades de investigação foi caso disso, mas houve outros exemplos, como a utilização da calculadora gráfica:

“As calculadoras gráficas, são para mim ainda um mundo por desvendar. Confesso que tive bastante receio de não conseguir responder às perguntas que os alunos pudessem colocar. Não porque considero que os professores devem sempre saber mais que os alunos, mas porque o facto de não conseguir solucionar os

problemas poderia prejudicar a investigação dos alunos e *boicotar* a minha aula.”
(2º relatório)

A necessidade de enfrentar estas dificuldades leva-a a investir no trabalho. Neste caso particular, passou bastantes horas a explorar as potencialidades da calculadora e procurou também aprender a dominá-la melhor junto de Filomena, sua orientadora de escola. Pode-se dizer que estes obstáculos deveriam ser inevitavelmente ultrapassados, já que a utilização deste instrumento é obrigatória no ensino secundário. Contudo, houve outros exemplos que mostram a sua disponibilidade para arriscar, como quando resolveu utilizar o *software* dinâmico de geometria (que não dominava bem), *Geometer's Sketchpad*, para envolver os alunos na descoberta de relações métricas a partir do triângulo de Sierpinsky.

Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na sala de aula

Pelo que acabei de expor, é possível reconhecer em Ana uma certa disponibilidade e vontade para desenvolver um ensino diferente daquele que experimentou enquanto aluna, que contemple actividades significativas e que seja centrado nos alunos. Contudo, no âmbito deste estudo interessa saber, em particular, como esta professora encara a realização de actividades de investigação na sala de aula.

No início do ano, Ana mostrou ter algumas ideias sobre a natureza e lugar das investigações na aprendizagem dos alunos. Embora o seu discurso sobre este assunto denote muita incerteza, é clara a associação que estabelece entre este tipo de actividades e alguns conceitos. Para ela, investigar envolve primeiro que tudo a descoberta pelo aluno, em oposição à exposição pelo professor. Considera que esta “é outra forma de aprender” e que tem algumas vantagens, pois a seu ver enquanto “eles vão descobrindo, vão assimilando quase sem darem por isso”, o que pode ser melhor para alunos menos motivados.

Para além de constituírem outra forma de aprender, pensa que as investigações possibilitam o desenvolvimento de algumas capacidades e atitudes, o que não seria possível através de uma abordagem tradicional. A autonomia é a que refere com maior ênfase, sendo por isso outro conceito claramente associado a este tipo de trabalho; através dele, o aluno liberta-se da dependência que tem relativamente ao professor para aprender, pois a actividade está centrada em si. Finalmente, pensa que o desenvolvimento de uma atitude de interesse pelo conhecimento, de vontade de aprender, também pode ser promovida através das investigações:

“Porque acho que com estas actividades... o objectivo é mais criar um aluno, não digo autodidacta, mas assim que tenha interesse em investigar certas coisas [...] Prepará-los para o futuro... para receber mais informação diferente. Porque acho que quando se faz uma actividade de investigação, é a tal coisa deixa-se em aberto muitas portinhas lá nas cabeças deles, ou pelo menos devia ser assim!” (1ª entrevista)

Portanto, é possível afirmar que a professora valoriza a realização de actividades de investigação pelas potencialidades que lhes reconhece, mesmo numa fase inicial em que ainda não as experimentou na sala de aula. Para além disso, considera que os programas oficiais da disciplina de Matemática contemplam a realização deste tipo de trabalho na sala de aula, muito embora com uma ênfase maior no ensino secundário do que no 3º ciclo do ensino básico. Na sua perspectiva, e relativamente a este nível, a orientação é mais “disfarçada”, enquanto que no ensino secundário e particularmente no que se refere ao 10º ano, o programa é mais explícito:

“Pelo menos nestes programas que eu estive a ver acho que são muito contempladas, sobretudo no 10º ano. Se calhar vêm contempladas e ninguém sabe muito bem o que é que há-de fazer...” (1ª entrevista)

Com este último comentário, Ana deixa transparecer a ideia de que há uma certa desorientação por parte dos professores perante esta metodologia, que constitui uma inovação no seu trabalho. Isto não é, de forma nenhuma, uma crítica que faz aos seus colegas; pelo contrário, é mais um reconhecimento da complexidade do seu papel na realização deste tipo de actividades com os alunos e que começa, desde logo, na definição do peso a atribuir ao trabalho investigativo dentro e fora da sala de aula.

Para além de complexo, a professora considera que o papel que deve assumir nas aulas de trabalho investigativo enfrenta alguns obstáculos. Aquele que refere com maior apreensão diz respeito à rejeição que eventualmente os alunos possam manifestar. Receia que, perante as primeiras dificuldades os alunos digam coisas como “*então professora, porque é que não diz logo como são as coisas?*” Ao contrário deste receio, que advém de expectativas menos positivas relativamente ao desempenho dos alunos, considera também que a eventual situação de um aluno propor uma conjectura em que ela não pensou, pode ser igualmente complicada:

“Acho que é óptimo, é óptimo mas por um lado acho que me assusta um pouco. Por isso é que quero experimentar antes de fazer com eles, que é para experimentar muito bem eu [...] [se acontecesse] Eu acho que tentava pensar com eles, tentava primeiro perceber o que é que ele dizia e ver se era realmente alguma coisa que não tinha cabimento, ou que... mas tentar testar se aquilo que ele está a

dizer é verdade ou é mentira. Não era ignorar, não podia ignorar, era tentar com ele...” (1ª entrevista)

Porém, este receio não assaltou a professora na primeira investigação que fez com os seus alunos do 7º ano. Pelo contrário, a sua esperança de que descobrissem algo era muito reduzida:

“No início, quando escolhemos esta actividade de investigação, estávamos pouco convictos de que os nossos alunos conseguissem chegar a algumas conclusões. Apesar de a termos escolhido tendo em conta a matéria que estávamos a dar, penso que acreditámos pouco nas capacidades e potencialidades dos nossos alunos. Agora reflectindo sobre isso, sou tentada a dizer que os meus alunos reagiram melhor às actividades de investigação do que eu. A insegurança neste tipo de metodologia e incerteza do que poderia acontecer assustou-me. O novo assusta sempre, e apesar de acreditar que com a realização destas actividades os meus alunos iriam ganhar algo, eu sentia-me pouco preparada para conduzir uma aula desta natureza. Portanto, gostava de referir que a planificação desta aula com a professora Lina e os meus colegas foi para mim fundamental, pois fiquei mais confiante e certa de que se houvesse necessidade conseguiria ajudar os meus alunos na investigação sem ser demasiado directiva.” (1º relatório)

Nesta reflexão, Ana expõe a sua insegurança relativamente à condução destas aulas. Há a ideia de que o sucesso das mesmas depende em grande parte do seu desempenho, mesmo que a tarefa tenha sido cuidadosamente preparada. Contudo, o seu maior receio — manter uma atitude investigativa, sem orientar demasiado — está claramente associado às expectativas que tem sobre as capacidades dos seus alunos: dificilmente conseguirão descobrir algo e por isso será necessário uma grande ajuda por parte da professora. Porém, o trabalho conjunto de preparação das aulas parece ter constituído uma base de suporte a partir da qual foi possível encarar a experiência mais positivamente e com um conjunto de ideias a que poderia recorrer.

Apesar das dificuldades que alunos e professora tiveram nesta experiência, Ana faz um balanço positivo. Considera que, mais importante do que as conclusões a que os alunos chegaram, foi a adaptação que iniciaram a este tipo de actividades e que constituiu um bom ponto de partida para futuras investigações. Quanto a si, afirma:

“Fico contente por não ter desistido da realização desta actividade com os meus alunos, pois se considero que eles ganharam alguma coisa com ela, eu ganhei muito mais, não só com a experiência destas duas aulas mas também com a planificação das mesmas.” (1º relatório)

A realização da investigação sobre funções polinomiais, na turma de 10º ano, revelou uma certa evolução relativamente à forma como a professora encara as investigações. Desta vez, começou por ter expectativas mais elevadas no que diz respeito ao trabalho dos seus alunos. Talvez por sentir que ainda não dominava suficientemente bem a calculadora gráfica, esperava que a utilização desse instrumento fosse o obstáculo maior que os alunos teriam de enfrentar. Porém, à parte de algumas dificuldades menores, o domínio da calculadora não foi muito problemático. Quanto ao desempenho dos alunos na tarefa, houve aspectos que considerou negativos e outros positivos. O aspecto que mais a desagradou foi o ritmo lento com que trabalharam e que parecia significar alguma falta de entusiasmo. Contudo, e apesar de alguns alunos se atrapalharem no próprio processo de investigação, Ana faz um balanço positivo do trabalho realizado:

“Eu acho que foi bastante positivo porque, eu acho que às vezes estou eu 4 aulas a falar no quadro e eles não ficam com nada e eu tive a sensação que, como foram eles que estiveram a fazer, lembram-se. Às vezes pode não ser logo, mas vão tentar lembrar-se com aquele exemplo que fizeram — *espere lá um bocadinho, stora, deixe-me lá...*—, ou então agarram na calculadora e começam a experimentar para ver o que é que acontece. Não foi uma coisa que lhes deram, então assimilaram muito melhor.” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Mais uma vez a professora discute as vantagens da abordagem investigativa contrapondo com uma metodologia de trabalho mais tradicional, em que o professor expõe os conteúdos a tratar. Para além disso, volta a referir o desenvolvimento da autonomia dos alunos e associa-o à estrutura da tarefa: a primeira tarefa mais guiada parece ter tido efeitos positivos na postura dos alunos, pois como referiu a professora “eles não me chamavam, eu é que ia lá!”.

A confiança com que a professora encarou esta experiência parece ter sido substancialmente maior do que a revelada anteriormente. Como já referi, a utilização da calculadora preocupava-a bastante, e por isso, dedicou bastante tempo a experimentar as suas funções. Também, a organização e gestão da aula de discussão da actividade intimidavam-na um pouco, pelo que resolveu estudar bem os relatórios dos seus alunos para melhor preparar essa aula. O receio de não conseguir manter uma postura pouco directiva continuou presente, porém mais atenuado:

“Acho que já consigo responder mais depressa quando eles me perguntam mas, quer dizer, acho que isso nunca se perde [...] quando uma pessoa vai para uma actividade de investigação, mesmo que já conheça os alunos, tem sempre alguma

dúvida em relação ao que há-de dizer ao que eles perguntarem, porque nós não sabemos o que é que eles vão perguntar!” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Já no 3º período, Ana voltou a propor uma tarefa de investigação aos seus alunos de 7º ano. A tarefa *Números em escada*, seleccionada do *site* da Internet *Investiga e Partilha*, foi resolvida em conjunto e inclusivamente foram analisadas algumas resoluções de alunos disponíveis naquele *site*. Desta vez, a professora parece ter ficado verdadeiramente entusiasmada com a tarefa, o que influenciou positivamente a sua postura na aula:

“Eu gostei, gostei mesmo muito da actividade, para mim. Não sei se lhes transmiti essa ideia, algum entusiasmo em relação às coisas, o achar engraçado as relações, não sei... Acho que estava mais convicta que aquilo tinha piada e acho que eles conseguiram sentir isso também.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Contudo, a professora sabia que não podia ter grandes expectativas relativamente ao desempenho dos seus alunos. Trata-se de uma turma em que a maioria dos elementos tem bastantes dificuldades e, inclusivamente, alguns assumem já ter desistido de procurar algum sucesso. Isso entristece um pouco a professora que procura contrariar esta postura, porém, como conta, esse é muitas vezes um esforço inglório:

“Eles próprios acham que não são capazes, apesar de eu ter tentado [...] eles dizem-me mesmo na minha cara *Eu não quero saber e a professora não perca tempo comigo*.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

“Os alunos do segundo turno, tiveram mais dificuldades em progredir na investigação. São alunos muito fracos a nível de aproveitamento, e as suas dificuldades surgiram logo no início, não sabiam o que fazer, nem como começar. [...] Tentei esclarecer os alunos sempre que me apresentavam uma dúvida, mas senti muita dificuldade em ser compreendida pelos alunos. O seu interesse e entusiasmo era praticamente nulo, sendo difícil encorajar alunos que se sentem completamente desintegrados da escola, face aos seus maus resultados a nível de aproveitamento nas diversas disciplinas, e também em Matemática.” (3º relatório)

Apesar de todas as dificuldades que os alunos sentiram, houve um episódio que surpreendeu a professora pela positiva e parece ter tido várias consequências na forma como viveu esta experiência. Já durante a aula, quando andava a circular por entre os grupos, parou junto de um deles e teve uma surpresa:

“Nesta aula, aconteceu uma situação bastante agradável para o professor, com a qual penso que todos os professores anseiam quando realizam com os alunos uma investigação: um aluno formulou uma conjectura que transcendia o que era pedido na investigação, isto se tiver sentido pensarmos em barreiras quando realizamos uma actividade de investigação. Dizia ele: *Será que existe alguma relação entre o*

número de números consecutivos que eu somo e o resultado obtido?” (3º relatório)

Porém, apesar do entusiasmo da professora, o aluno não pensava dar seguimento ao seu raciocínio, já que aquela questão não constava da lista apresentada na tarefa. Só depois de Ana ter insistido para que prosseguisse com a sua investigação é que se resolveu a fazê-lo. Analisou alguns casos e formulou uma conjectura: se o número de parcelas que compõem a soma for par, então o número em escada é par; se o número de parcelas for ímpar, o número em escada é alternadamente par e ímpar. Contudo, após ter realizado alguns testes, verificou que a sua conjectura falhava e desistiu.

Esta história quase que acabava aqui, não fora aquela conjectura ter ficado na cabeça de Ana:

“Um dia vinha no barco, às 7 da manhã, cheia de sono... Vinha cheia de sono, a cair para o lado! — achei engraçado até comentei com a Margarida e com o Pedro — e lembrei-me disto! Não sei porquê, lembrei-me disto! Depois comecei a fazer as listas, fui até ao 10, e depois comecei a ver que acontecia, afinal acontecia alguma coisa!” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Com uma ligeira adaptação, a conjectura do seu aluno era verdadeira! Contudo, já se tinham passado alguns dias, a discussão da actividade já tinha sido realizada e o seu aluno estava um pouco esquecido daquela conjectura que entusiasmara tanto a sua professora. Ana lamentou não ter explorado aquela ideia mais cedo...

Mas esta experiência não aconteceu em vão. Ela foi o ponto de partida para a reflexão da jovem estagiária que passou a ter expectativas mais positivas relativamente ao trabalho dos seus alunos e compreendeu o papel importante que o professor assume na construção ou modificação das suas concepções. Neste caso, apesar de a professora já ter explicado que numa actividade de investigação as questões iniciais constituem apenas o ponto de partida, este aluno continuava a limitar o seu trabalho ao que exclusivamente era pedido na tarefa. Se não fosse a intervenção da sua professora, a questão teria sido logo abandonada. Como explica Ana:

“É como se eu tivesse gritado *Voem bem alto para onde quiserem...* e todos com medo ficaram na beirinha do telhado, quando poderiam ter voado pelos céus e ter descoberto um mundo novo.” (3º relatório)

No fim do ano, ao realizar uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido em torno das investigações matemáticas, Ana reforça algumas das suas ideias e alarga a sua visão relativamente às potencialidades destas tarefas:

“Com as actividades de investigação os alunos, para além de contactarem um pouco mais com o trabalho que é realizado pelos matemáticos, ficam com uma visão mais ampla e completa desta ciência que, ao contrário do que muitos pensam não se resume a um conjunto de fórmulas, teoremas, definições nem exercícios para memorizar, mas sim a uma forma de pensar. O carácter aberto das actividades de investigação, permite que o aluno tenha acesso ao que é o pensamento matemático e que uma vez envolvido na tarefa avance até onde quiser. [...] Apesar dos constrangimentos de tempo para cumprir o programa do 10º ano ao nível dos conteúdos, achámos que com as investigações estaríamos a cumprir outros objectivos que também são muito importantes, e vêm referidos no programa. Por outro lado, o facto de proporcionarmos aos alunos momentos de criação matemática e descoberta encorajou-nos, uma vez que consideramos que as investigações permitem uma aprendizagem significativa para o aluno. É muito diferente o aluno contactar com determinado assunto exposto pelo professor ou investigado e descoberto por si.” (relatório final)

Conhecimento didáctico associado à realização de investigações

Nesta secção, será apresentada uma análise relativa ao conhecimento didáctico que Ana evidencia e que mais directamente se relaciona com a realização de trabalho investigativo na sala de aula. Assim, serão apresentados dados sobre a preparação de aulas de investigação, sua consecução, bem como a reflexão que a professora faz sobre essas experiências. Nesta análise procura-se explicitar também a forma como o conhecimento evolui e os elementos que contribuem para a sua evolução.

A preparação das aulas de investigação

As fases das aulas

O aspecto central da preparação das aulas de investigação é, para Ana, a exploração da tarefa. Esta deve ter em conta a perspectiva dos alunos, já que o seu objectivo principal é antecipar as resoluções que eles poderão realizar e as dúvidas que poderão ter, por forma a permitir que a professora prepare o seu modo de acção:

“Como tal, depois de *resolvermos a actividade para nós*, tentámos prever qual seria a forma como os alunos a abordariam. É importante e necessário que o professor perceba como os alunos organizam o seu pensamento, caso contrário não conseguirá auxiliar os alunos no decorrer da investigação.” (3º relatório)

“Penso que a planificação destas aulas foi bastante importante, pois existem um conjunto de *pistas e dicas* que se podem dar aos alunos como forma de resposta às suas perguntas. O importante não será tanto prever tudo o que poderá acontecer, mas sim estar alertado e prevenido para certas situações.” (1º relatório)

Naturalmente, esta atenção está relacionada com aquelas que são as fontes principais de insegurança da professora e que referi anteriormente. Ao longo do ano, a preparação das aulas de investigação continuou sujeita a esta tónica, contudo, outros aspectos passaram a ser atendidos pela professora. Particularmente, as fases de introdução da tarefa e discussão de resultados, inicialmente negligenciadas, passaram a ser contempladas durante a preparação das aulas:

“Acho que no início não estava muito consciencializada para as várias fases de uma investigação. Apesar do que uma pessoa lê, não consegue, sem nunca ter experimentado, perceber o que é importante. E, por exemplo, acho que a introdução é uma parte muito importante.” (última entrevista)

A preparação da aula de apresentação e discussão de resultados depende, na perspectiva da professora, do trabalho realizado pelos alunos. Para organizar bem esta aula, é preciso conhecer as suas explorações, dúvidas, erros, descobertas interessantes e, para isso, a estratégia a que prefere recorrer é a recolha das resoluções dos alunos para analisar em casa:

“Depois na parte de discussão, acho que é um bocado difícil preparar a discussão antes da aula, antes de ter decorrido um bocado da investigação. É tentar reunir as abordagens que os alunos utilizaram para realizar a actividade...” (última entrevista)

A organização dos alunos

Desde o início do ano, este foi um aspecto que não suscitou dúvidas a qualquer dos estagiários, incluindo Ana. A intenção de promover o trabalho de grupo sempre esteve presente e, no que diz respeito à realização de actividades de investigação, esta parecia a organização mais adequada. Desta forma, poderiam ser cumpridos alguns dos objectivos programáticos no que diz respeito às atitudes, mas também às capacidades, como a comunicação e argumentação de ideias matemáticas. O desenvolvimento da autonomia

aparece também associado à organização dos alunos em grupo, pois a professora considera que esta é uma forma de libertar o aluno da dependência do professor:

“Eu não estou a ver muito bem a fazerem investigações individualmente... Para mim não tem assim muito sentido. [...] Porque acho que o aluno, quando está a investigar, é importante partilhar um bocado com os outros, até mesmo se ele está a fazer a investigação sozinho e tem alguma dúvida, tem de recorrer logo a quem? Tem de recorrer logo ao professor e acho que nós também queremos que eles fiquem mais independentes do professor.” (entrevista final)

Portanto, o trabalho de grupo é a forma privilegiada de organizar os alunos. Ao contrário da realização individual da actividade, a professora não recusa a hipótese de desenvolver uma investigação em grande grupo, porém a ideia também não a entusiasma.

As tarefas

A experiência de trabalho em que a professora se envolveu suscitou uma série de reflexões acerca das características que as tarefas de investigação devem contemplar. Estas reflexões constituem um elemento demonstrativo da aprendizagem que Ana fez ao longo deste ano.

Inicialmente, a preocupação com a reacção dos alunos teve implicações práticas na selecção das tarefas:

“Tentámos por isso começar com uma investigação em que existisse uma questão que todos os alunos conseguissem resolver, para criar algum entusiasmo inicial.” (relatório final)

A decisão relativamente ao grau de abertura da tarefa também foi um aspecto que mereceu bastante ponderação. O facto de os alunos não terem hábito de resolver este tipo de tarefas é algo que influencia directamente a estrutura a apresentar. Assim como os seus colegas, Ana considerou que “será prudente não começar com actividades de investigação pouco guiadas” (2º relatório), de maneira a que os alunos não se sintam perdidos. Mais tarde, o episódio em que o seu aluno pensou em explorar a tarefa numa direcção não prevista, suscitou uma reflexão a propósito da relação entre a estrutura da tarefa e a investigação realizada pelos alunos:

“O facto de a actividade ser estruturada pode limitar a investigação, mas não é necessariamente um factor limitativo da investigação dos alunos. Limita se os alunos encararem a investigação como a resolução de um exercício, em que têm só que responder às perguntas” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Esta atitude de que fala é aquela que reconhece ser ainda, de certa forma, a dos seus alunos:

“Se eu não tivesse ouvido o que os alunos disseram [referindo-se ao referido grupo que formulou uma conjectura que não dizia respeito a qualquer pergunta formulada], se calhar eles nem sequer tinham tentado ver nada [isto é, testá-la]. Às vezes é preciso a pessoa aparecer na altura certa...” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Assim, no fim do ano, Ana enuncia o que aprendeu com esta experiência:

“Outra coisa de que me apercebi no decorrer das investigações foi da importância destas serem mais ou menos estruturadas. Quanto mais abertas são as investigações mais aliciantes são para os alunos, no entanto, é necessário estruturar a investigação colocando algumas questões. Estas não devem ser uma lista imensa mas devem dar algumas indicações de coisas que os alunos podem investigar, caso contrário o aluno não sabe por onde começar. O facto de eu dizer que não devem ser uma lista enorme está relacionado com a ideia que os alunos devem reter de que aqueles são apenas alguns exemplos de coisas que podem investigar, mas caso tenham interesse e curiosidade podem tentar testar outras conjecturas que pensam ser verdadeiras ou que se verificam para alguns exemplos.” (relatório final)

Para além de alguns princípios que devem orientar a construção ou adaptação das tarefas de investigação, a professora refere ainda alguns aspectos em que estas podem diferir, caso digam respeito a níveis de ensino diferentes ou temas matemáticos distintos. No caso de se tratarem de tarefas para o ensino secundário, considera que deve-se procurar estreitar a relação com os conteúdos matemáticos a leccionar para que simultaneamente se cumpram vários objectivos programáticos, otimizando assim a gestão do programa. Esta preocupação não é tão sentida no que diz respeito ao ensino básico, visto considerar que a pressão para o cumprimento do programa não é tão grande. Relativamente aos temas matemáticos em que as investigações se inserem, considera que a Geometria é um terreno particularmente propício à investigação, sendo mais fácil encontrar uma tarefa mais aberta. Esta ideia parece ter sido reforçada pela experiência com a investigação sobre funções polinomiais, onde notou que a exploração converge mais facilmente para os mesmos resultados:

“As investigações que realizámos no 10ºano, são um pouco diferentes na medida em que tentámos juntar o útil ao agradável, ou seja, por um lado abordar certos conteúdos, por outro, deixar que sejam os alunos a chegar às conclusões, investigando. Assim o aluno compreende melhor os conteúdos e constrói o seu próprio conhecimento estabelecendo conexões com o que já sabia. No que diz

respeito aos conteúdos que estas abordavam, considero que as investigações no campo da Geometria são mais abertas.” (relatório final)

A condução de aulas de investigação

Introdução da tarefa

Como o próprio testemunho de Ana indica, a introdução da tarefa foi algo em que inicialmente não tinha pensado. O mais natural seria distribuir o enunciado aos alunos, eventualmente dando algumas indicações sobre a elaboração de registos ou a organização em grupo, mas sem qualquer referência à tarefa propriamente dita. A relevância desta pequena fase inicial foi-lhe sugerida por mim e confirmada pela experiência:

“Acho que a introdução é uma parte muito importante e fui-me apercebendo porque, se a pessoa não fizer uma introdução assim mais ou menos explícita, se for muito abreviada, depois temos de andar a explicar aos alunos o que é para fazer porque ninguém percebeu nada.” (última entrevista)

Mais tarde, a professora acaba por apresentar os motivos pelos quais os seus alunos se sentem tão perdidos. De facto, quando os alunos estão habituados a uma rotina de trabalho completamente diferente, com indicações bem precisas e termos que já fazem parte do seu vocabulário, estranham algo que rompe com esse esquema:

“A introdução das actividades de investigação, no início, é muito importante, sobretudo porque o professor utiliza expressões que para os alunos mais novos são muito vagas, como conceito generalizar ou regra. Para eles não faz muito sentido, sobretudo numa aula de Matemática em que os alunos estão habituados a que o professor, depois de dar os conteúdos, resolva imensos exercícios de aplicação.” (relatório final)

Finalmente, a experiência que viveu e a sua reflexão levam-na a atribuir um significado mais pessoal a esta fase de introdução da tarefa. Ana compreendeu o que é e para que serve, mas foi mais longe avançando com o modo como ela se pode processar:

“Em relação à introdução, eu acho que o professor deve tentar fazer alguma ligação entre coisas que já aconteceram na aula ou coisas que já deu e o que está a fazer. Tentar sempre, nem que seja a mínima coisa mas que para eles faça algum sentido, tentar fazer alguma ligação para que a investigação apareça de uma forma mais natural. Também tentar arranjar algum interesse em fazer a actividade de investigação.” (entrevista final)

Apoio na execução

A fase em que os alunos realizam a investigação e em que o professor interage com os alunos de forma a apoiá-los foi, desde o início, o momento que exigiu maior preparação por parte dos professores estagiários, incluindo Ana. A esta fase está associada uma postura do professor diferente daquela que habitualmente mantém, menos afirmativa, mais interrogativa e menos interveniente na dinâmica de trabalho, já que a actividade está centrada no aluno. Estas ideias sobre o papel a desempenhar parecem ter sido adquiridas ainda durante a formação nas disciplinas da Didáctica da Matemática, visto que elas estão presentes desde o início do ano:

“Acho que faz mais de orientador, acho que o professor aí orienta. Acho que o professor aí tem de tentar incentivar os alunos [...] é indo dando umas dicas, mas não é dizer tudo, é tentar que eles próprios descubram as coisas.” (1ª entrevista)

Nas primeiras investigações que os alunos realizam, é natural que necessitem de um maior acompanhamento e, por isso, a professora aproveitou bem a preparação conjunta das aulas para reunir um conjunto de sugestões que pudesse fornecer posteriormente. Era necessário que estas sugestões cumprissem o objectivo de ajudar os alunos sem os orientar demasiado, o que é uma tarefa difícil de realizar espontaneamente, pelo que a preparação prévia se mostrou essencial. Durante a aula, Ana observa atentamente o trabalho que os vários grupos produzem. É a partir das suas estratégias que lança algumas propostas ou sugestões:

“É de referir que foram dadas algumas sugestões, como por exemplo *Tenta escrever o modo como tu contas os fósforos com uma expressão, com contas... ou Onde é que aparece o tamanho do lado do quadrado nessa expressão? E o que é o outro número em relação ao lado do quadrado?* Depois aos grupos que contavam de forma salteada tentei dar outras sugestões como por exemplo *Olha para os números que dão (4, 12, 24, 40,...) será que existe alguma relação entre eles? Têm alguma coisa em comum?*” (1º relatório)

Para além de ajudar os alunos em dificuldades, a professora lança também sugestões de prolongamentos da actividade:

“Quando observei que existiam grupos que tinham chegado a uma regra que lhes permitia responder facilmente à questão *Quantos fósforos tem um quadrado de lado 10, 100, 1000, 10000?*, propus-lhes que descobrissem quantos quadrados unitários tem um quadrado de lado 10, 20, 100,...” (1º relatório)

Ana está também atenta aos erros que os alunos cometem. Por vezes, eles podem comprometer todo o trabalho que se segue, como no caso em que um grupo gerava mal dados,

tornando a procura de uma regularidade muito complicada. Nestes casos, a professora interfere no trabalho dos alunos, assinalando e mostrando evidências do erro:

“É de referir, no entanto, que se verificaram algumas interrupções no trabalho de alguns grupos, porque os alunos contavam incorrectamente os fósforos, sendo necessário nesses casos chamar à atenção, pois tudo a partir dali podia perder o sentido.” (1º relatório)

“Esta questão pedia para dar exemplos de números que não fossem em escada, e de forma bastante ingénua os alunos somavam números não consecutivos e concluíam que o resultado não era um número em escada. Alerttei-os para o erro que estavam a cometer, explicando que apesar de $21+24$ ser uma soma de dois números não consecutivos, isso não implicava que o resultado, 45, não seja um número em escada.” (3º relatório)

Outro aspecto do papel que desempenha e que considera importante destacar, é a influência que pode exercer no modo como os alunos encaram a actividade. Ana pensa que o entusiasmo que o professor evidencia é um factor que contribui positivamente para a motivação dos alunos. Esta ideia apareceu pela primeira vez a propósito da tarefa *Números em escada*, de que parece ter gostado muito e cujos resultados em aula a fizeram interrogar-se sobre a influência positiva que pode ter exercido junto de alguns alunos.

“O papel do professor nestas aulas é um pouco diferente, não querendo isto dizer que é reduzida a sua importância, pelo contrário, nas aulas em que se realizam actividades de investigação, é o professor que em certa medida contagia a turma e que faz a turma estar mais ou menos motivada. O professor deverá dar sugestões, colocar questões pertinentes, orientar toda a turma...” (relatório final)

Finalmente, apesar das intenções firmes de não orientar demasiado o trabalho dos alunos e do esforço de preparação que fez nesse sentido, as situações que lhes surgiram em aula tentaram-na a fazer o contrário. Contudo, a professora parece ter resistido sempre e, nalguns casos, optou por alterar o seu plano de aula adiando o termo da actividade. Porém, note-se que posteriormente Ana afirmou que tal atitude seria mais ponderada caso se tratasse da turma de 10º ano, visto ser mais difícil de gerir o tempo para cumprir o programa:

“As dificuldades que os alunos sentiram em avançar na investigação eram tantas, que várias vezes senti-me encorajada em dar-lhes algumas respostas mais dirigidas. No entanto, os grupos foram progredindo e optei por lhes dar mais uma aula para concluir a investigação.” (3º relatório)

Apresentação e discussão de resultados

À semelhança da fase de introdução da tarefa, a apresentação e discussão de resultados com toda a turma foi uma fase quase ignorada inicialmente. Claro que havia a ideia de que, de alguma forma, era necessário corrigir o trabalho dos alunos. Contudo, além desse objectivo, não parecia haver motivos para esta fase final. A primeira investigação realizada com o 7º ano sugeriu que a exposição de diferentes resoluções, por parte dos alunos, poderia ser um dos aspectos mais significativos deste momento final de trabalho:

“Depois de conhecer as resoluções dos grupos, escolhi dois alunos representativos das resoluções existentes, um do grupo que chegou à regra contando os fósforos por linha e colunas ($2 \times n \times (n+1)$) e outro do grupo que mais progrediu na resolução por recorrência, utilizando os múltiplos de quatro.” (1º relatório)

De facto, a tarefa *Quadrados com fósforos*, foi explorada pelos os alunos de formas diferentes e, no momento em que expuseram as suas estratégias aos seus colegas, houve uma reacção de surpresa por parte de alguns alunos que rejeitavam a ideia de ter mais do que uma resolução para a mesma questão. Este episódio, que ocorreu em todas as turmas, permitiu discutir algumas concepções comuns relativamente à Matemática e os professores foram sensíveis a isso. Deste modo, situações como a investigação relativamente à função quadrática em que se geram conclusões muito semelhantes, passaram a ser vistas como potencialmente menos interessantes, pelo menos do ponto de vista da discussão final:

“Quanto à aula de discussão sobre a Investigação da Parábola, os alunos foram dizendo as conclusões a que tinham chegado, mas como todos chegaram às mesmas conclusões não se pode dizer que foi uma aula muito dinâmica.” (2º relatório)

No caso desta investigação, a professora resolveu utilizar a fase de discussão noutro sentido. Por exemplo, alguns dos diferentes resultados que se registaram entre os alunos resultaram de um uso pouco eficiente da calculadora gráfica, pois os alunos tinham começado a utilizá-la há pouco tempo e ainda não a dominavam muito bem. Para além disso, a professora notou que eles são pouco críticos relativamente à informação que a calculadora lhes dá e, por isso, aproveitou esta fase para trabalhar esse aspecto. Também foram aprofundados alguns aspectos abordados na ficha de trabalho como, por exemplo, o número de zeros de uma função polinomial. Alguns alunos tinham dúvidas e a professora achou que seria um bom momento para esclarecê-las e até apresentar justificações de algumas conjecturas apresentadas.

A realização da investigação *Números em escada* mostra claramente a evolução do pensamento de Ana relativamente à fase de discussão da actividade. Nesta ocasião, a professora alargou o âmbito de interesse desta fase, passando a considerar um dos aspectos mais importantes para a aprendizagem: a reflexão sobre a actividade. De facto, passou a incluir no seu plano questões que fazem os alunos reflectir não só sobre o conteúdo das suas conclusões, mas também sobre o interesse delas e sobre o próprio processo de investigação:

“O principal objectivo, com que conduzi esta aula, não foi com o intuito de corrigir as resoluções dos alunos, mas sim mostrar o interesse e a utilidade que podem ter as conclusões a que os alunos chegaram. Lancei algumas questões à turma, que me pareciam pertinentes, tais como *Quando é que vocês pararam de escrever listas de números em escada, por exemplo como soma de dois números consecutivos? Com as conclusões a que vocês chegaram conseguem-me dar um exemplo, de um número em escada maior do que 1000? Ou de um número que não seja em escada maior do que 16?* Perguntas, como estas, fazem os alunos reflectir acerca da utilidade de generalizarmos uma descoberta, encontrando uma regra, ou seja, pensar no quanto é prático e engraçado sermos nós a descobrir quando investigamos. Nesta aula, também chamei à atenção dos alunos para os erros que podemos cometer quando generalizamos factos em que omitimos alguns casos pelo meio. Já referi há pouco esta dificuldade que os alunos sentiram, e tentei, na aula de discussão, alertar os outros alunos para essa situação, mostrando alguns exemplos.” (3º relatório)

No fim do ano, e atribuindo já um significado muito pessoal a esta fase, Ana afirma que a discussão serve para os alunos apresentarem o que fizeram, como o fizeram e o que é que se pode saber com o que se descobriu. Houve situações que mostraram claramente que este último aspecto não deve ser desprezado:

“Quando eu fiz a pergunta *Então digam-me lá um número em escada maior que 1000?*, eles próprios acharam engraçado conseguirem dizer. Eu notei a satisfação da Sandra quando ela disse *Ah! 1001 dá! Porque é um ímpar!* E eu acho que isto é que é mostrar a utilidade e o interesse de fazer uma coisa deste género, e eles aperceberam-se disso.” (Discussão das aulas, 3ª investigação)

Trata-se, portanto, de valorizar a reflexão sobre a actividade realizada. Como a professora afirma, “às vezes eles começam a trabalhar mas não têm... não se consciencializam muito bem dos vários passos que foram dando ou como é que foram trabalhando” (entrevista final) e, nesse sentido, a fase de discussão pode servir para rever o que foi feito, analisando globalmente os resultados e os processos.

Comunicação

Ana aprecia que os alunos participem nas suas aulas, mesmo naquelas que são centradas na professora. Para além de responderem às suas questões, considera que o ambiente criado deve proporcionar a livre exposição de dúvidas, ou mesmo outros comentários. Contudo, isso nem sempre acontece. Por exemplo, durante a aula em que a professora introduziu a parábola como uma cónica, os alunos não colocaram qualquer dúvida, apesar de estarem visivelmente confusos. A propósito desse episódio, a professora comenta:

“Eles irritam-me porque, às vezes, são certinhos demais, consentem demasiadas coisas! (risos) Ninguém me diz *Fale mais devagar, com mais calma*. Se a pessoa quer despachar as coisas, mas se ninguém percebeu nada, também não vale a pena estar a despachar! [...] Eu até gosto é que eles participem porque quando eles estão calados eu detesto aquelas aulas! Acho que é mau porque eu não acredito que naquela altura não houvesse pelo menos uma dúvida!” (discussão das aulas, 2ª investigação)

Apesar de este comentário apontar para a identificação de alguma responsabilidade sua na atitude dos alunos, admitindo que poderá falar depressa demais, Ana não avança com justificações possíveis para a reduzida intervenção da turma. Tendo assistido a diversas aulas desta professora, parece-me que ela exhibe uma postura pouco interrogativa em momentos de trabalho expositivo. Mesmo quando revê conceitos ou explora uma nova situação em que os alunos poderiam ter alguma intervenção, a professora não incentiva a comunicação. Note-se que esta postura difere completamente daquela que a professora mantém noutros momentos, especialmente quando os alunos estão envolvidos na exploração de alguma tarefa, e difere até das suas intenções. Ela valoriza o papel activo dos alunos na aprendizagem mas, mesmo sem querer, faz uma clara distinção entre as aulas em que os alunos trabalham sobre uma tarefa e aquelas em que a professora dirige o trabalho.

Ambiente e cultura da sala de aula

O trabalho em pequeno grupo foi a forma de organização dos alunos escolhida para a realização de aulas de investigação. Esta decisão afecta de forma determinante a dinâmica da aula, bem como a qualidade do trabalho que os alunos realizam, e Ana está consciente deste facto. Por isso, este é um aspecto que prende a atenção da professora durante as aulas e sobre o qual ela reflecte. Procura perceber aspectos elementares, como quem faz o quê:

“Relativamente ao trabalho que foi produzido pelos diferentes grupos, devido a ter uma turma com apenas três grupos, tenho bem presente o modo como decorreu.

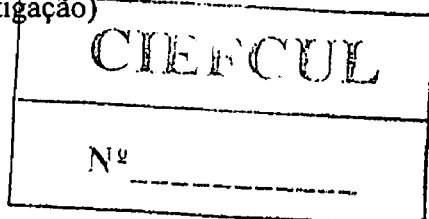
Nem todos os alunos do grupo trabalhavam, o normal seria passar por um grupo e encontrar um aluno a experimentar umas coisa na calculadora, outro a passar às conclusões que aquele ditava e os outros dois ou estavam a conversar ou então não faziam nada. Contudo, penso que na terceira aula os alunos esforçaram-se mais e já começaram a trabalhar mais em grupo. Dividiam as tarefas e em conjunto iam confrontando as conclusões.” (2º relatório)

Porém, Ana vai mais longe e compreende que é necessário analisar outros aspectos. O trabalho de grupo não implica apenas a divisão mais ou menos equilibrada de tarefas, mas sim, e sobretudo, a existência de interacções entre os vários elementos, onde cada um entra com os seus conhecimentos, atitudes e concepções. Estas abrangem aspectos diversos, como por exemplo, o próprio trabalho de grupo:

“No que diz respeito ao trabalho em grupo, penso que podia ter corrido muito melhor. Os alunos acreditam pouco uns nos outros, e chegam mesmo a esconder os seus rascunhos dos colegas do mesmo grupo. Exemplo disso foi uma situação que aconteceu na aula da Margarida, onde ouvi os alunos dizerem *Eu não faço contigo porque tu copias tudo*. Este é, a meu ver, um comportamento típico de quem ainda não percebeu o que é trabalhar em grupo, como se deve trabalhar em grupo e porque se trabalha em grupo. Aqui percebe-se o papel tão importante que o professor desempenha numa aula desta natureza.” (1º relatório)

Mas as concepções dos alunos afectam o trabalho de grupo de outras formas. Uma das influências importantes deriva da concepção que cada um tem sobre as suas capacidades e as dos seus colegas. A existência de um líder no seio do grupo é algo muito frequente e a sua escolha passa, quase invariavelmente, pelo reconhecimento do aluno *mais capaz* que, habitualmente, corresponde aquele que é mais conotado como bom aluno. A dinâmica do grupo fica assim marcada pela existência deste elemento — a orientação do trabalho, a assunção de certas responsabilidades e a validação das ideias, passam muitas vezes por ele. Todos estes aspectos foram detectados e comentados por Ana:

“Depois há uma tendência para... eles têm um líder no grupo. Há ali uma pessoa, no grupo da Carla é a Carla, no grupo do António é o António e no da Ana Teresa é a Ana Teresa... porque são os melhores naquele grupo e então os outros têm necessidade que eles comandem. Não se aceita as ideias de um como se aceita do outro, as dela têm muito mais importância porque ela sabe muito mais! Ela é muito mais inteligente e então acreditam muito mais no que ela diz, mesmo que... Por exemplo, a Eva que é uma pessoa que até se estava a esforçar para fazer, que estava a acompanhar, acreditam menos nela... Há um bocado... Apesar de eu achar que a Eva está muito integrada no grupo dela, que elas até partilham muita coisa, mas, por exemplo, se alguém tiver que levar para casa para passar, se calhar vai levar a Carla e não leva outro porque depois pode... Aliás, foi ela que passou o trabalho e até o melhorou.” (discussão das aulas, 2ª investigação)



Para Ana, a confiança que os alunos sentem no seu próprio trabalho influi nas relações e no trabalho dentro do grupo, mas não só. Assim como o *melhor* aluno pode liderar o trabalho, também o professor que personifica a autoridade científica, exerce uma influência importante no trabalho dos alunos. No caso das turmas desta professora, essa influência traduz-se na sua solicitação pelos alunos para explicar o que deveriam fazer ou para validar as suas ideias:

“Uma das dificuldades sentidas pelos alunos, no decorrer das actividades de investigação, é acreditar no trabalho que estão a realizar. Por um lado, o facto de não existir um verdadeiro trabalho em grupo leva a que os alunos não discutam a veracidade das conjecturas que levantam, por outro, a habituação que têm em validar as suas opiniões junto do professor não auxilia a confiança em si mesmos. Nas primeiras investigações, os alunos sentiam necessidade que o professor fosse junto deles esclarecer o que é que era para fazer, antes mesmo de pensarem ou lerem o que propunha a actividade. Com a continuação das actividades, os alunos melhoraram, mas muitos deles ainda não começam sem o professor explicar primeiro o que é que é para fazer.” (relatório final)

Na perspectiva da professora, em certos casos, alguns aspectos relacionados com a cultura escolar são os que mais contribuem para a postura dos alunos. Veja-se o caso dos alunos que pouco ou nada faziam nas aulas e, em particular, nas aulas com investigações. Ana dá o exemplo da tarefa *Números em escada*, realizada no 7º ano e que é o caso de uma tarefa que requeria conhecimentos muito elementares, do domínio de qualquer aluno. A seu ver, o que mais dificulta o trabalho da generalidade dos alunos nesta tarefa é a falta de hábitos de trabalho investigativo, porém, esse não é nunca o obstáculo que justifica a completa desistência. O motivo para tal está, a seu ver, muito mais relacionado com a auto-imagem destes alunos e com as suas expectativas relativamente à disciplina e à escola:

“Eu acho é que eles estão um bocado marcados pela falta de... sentem-se inferiorizados porque estão conotados como sendo maus alunos [...] eles próprios acham que não são capazes, apesar de eu ter tentado [...] eles dizem-me mesmo na minha cara *Eu não quero saber e a professora não perca tempo comigo* [...] o facto de eles acharem que não vão ser capazes é que marca o não conseguirem fazer.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

A professora sente muitas dificuldades em motivar estes alunos, pois considera que eles

“se sentem desintegrados da escola, face aos maus resultados a nível de aproveitamento nas diversas disciplinas, e também em Matemática.” (discussão das aulas, 3ª investigação)

Finalmente, a professora comenta ainda a estranheza que alguns alunos sentem face ao trabalho que realizam, fruto de uma experiência anterior bastante diferente. A sua reacção às

aulas de discussão é exemplo disso. Há uma concepção sobre a Matemática e sobre as aulas desta disciplina que constitui um obstáculo inicial a ultrapassar:

“As aulas de discussão, são para alguns alunos, o dia em que a professora vai corrigir os resultados da actividade de investigação. Tenho tentado desde o início mostrar que não é isso que fazemos, na discussão, mas não tem sido claro para todos os alunos. Fico no entanto satisfeita porque a maioria deles já participa nestas aulas e tenta mostrar aos outros colegas as conclusões a que chegaram. No início tive casos de alunos que me diziam *Para que serve esta aula se chegámos todos à mesma conclusão?*, mesmo sem saber o que os outros grupos tinham descoberto, teciam este tipo de comentário. Quando muitas vezes os caminhos que tinham utilizado nada tinham em comum.” (relatório final)

Aprendizagem dos alunos

Desde o início do ano que Ana se mostrou muito atenta ao desempenho dos seus alunos durante a realização de actividades de investigação. Curiosamente, a gestão complexa destas aulas não parece ter dificultado grandemente a sua postura de observadora. Pelo contrário, a professora regista as várias estratégias utilizadas pelos seus alunos, analisa em que medida pareceram ajustadas à situação, identifica dificuldades no processo de investigação, lacunas ao nível dos conhecimentos, etc. Os dois excertos que se seguem são apenas alguns exemplos que ilustram as suas observações:

“Quanto ao modo como contavam os fósforos, variou de grupo para grupo. Se alguns optaram por contar por linhas e depois por colunas, outros contavam de forma salteada e portanto pouca informação retiraram para os casos futuros que analisaram. Foram dois os grupos que contaram os fósforos por linhas e colunas, posteriormente, comparando os vários exemplos ($3 \times 2 + 3 \times 2$; $4 \times 3 + 4 \times 3$; $5 \times 4 + 5 \times 4$) conseguiram responder à pergunta que parecia impossível: Quantos fósforos tem um quadrado de lado 1000? ($1001 \times 1000 + 1001 \times 1000$)” (1º relatório)

“Quando passaram para a investigação das funções do 2º, 3º e 4º graus, as dificuldades começaram a aumentar, agora eles não tinham um *guião* e como tal era o grupo que tinha que estruturar a investigação. Pudemos, deste modo, observar diferentes reacções dos alunos face ao modo como apresentamos o enunciado da actividade de investigação. Os alunos ficaram confusos, não sabiam se deviam estudar só polinómios do tipo $y = ax^2$ ou se deveriam variar também o b e o c e estudar os polinómios do tipo $y = ax^2 + bx$ e $y = ax^2 + bx + c$.” (2º relatório)

Mas para além de observar, Ana tende a problematizar as situações que observa, procurando encontrar padrões de comportamento e razões que os justifiquem. Estas poderão

dizer respeito, por exemplo, aos conhecimentos que os alunos possuem ou à sua maturidade ao nível de raciocínio matemático, como o seguinte excerto ilustra:

“No decorrer da aula senti que os alunos tiveram bastantes dificuldades, primeiro em perceber o que era pedido, segundo em como chegar à tal regra de que a professora falava que permitia generalizar a investigação para um quadrado de lado qualquer. A palavra generalizar é para os alunos desta idade muito vaga, o que não é de estranhar para alunos que ainda estão tão ligados ao concreto, e portanto olhar para os números a que chegaram e descobrir relações, foi para eles difícil, sobretudo porque os alunos não estavam recordados de conceitos a que podiam recorrer, por exemplo o de múltiplo de um número.” (1º relatório)

Ou ainda, essas razões poderão relacionar-se com os hábitos de trabalho dos alunos:

“Mais uma vez, não foram os melhores alunos, ao nível de conhecimentos, os que mais depressa chegaram a conclusões, pelo contrário. Esses alunos, estão demasiado ligados aos conteúdos e não conseguem investigar sem saber com que matéria é que aquilo está relacionado. Esta investigação, exige que os alunos sejam sistemáticos e que *olhem para os resultados com olhos de ver*, e não que efectuem inúmeros cálculos e cheguem a um resultado.” (3º relatório)

Ana comenta também atitudes que os alunos manifestam. Algumas prendem-se com a noção que têm de cumprir o que é proposto na tarefa. Os seus alunos de 10º ano propunham várias conjecturas, realizando poucos testes e mantendo-as mesmo quando falhavam nalgum caso. Isto parece decorrer de uma vontade de apresentar vários resultados, mas implica também uma concepção errada do que é a Matemática e de como se constrói este tipo de conhecimento:

“Alertei várias vezes os grupos para o perigo de estarem a generalizar factos verificados apenas com dois ou três exemplos, mas de pouco serviu. Penso que os alunos sentem necessidade de mostrar que descobriram uma espécie regularidade, acredito que mesmo que tivessem verificado que aquilo não se passava para um caso, voltariam a escrever, pois para eles foi uma descoberta, parece que resulta, talvez só não resulte para o outro caso...” (2º relatório)

Já o caso, registado na turma de 7º ano, do grupo que estava renitente em analisar uma questão em que tinha pensado mas que a tarefa não contemplava, evidencia, segundo Ana, uma concepção errada sobre o que é uma actividade de investigação. Também esta influi bastante no comportamento dos alunos, promovendo uma postura típica de quem resolve uma lista de exercícios e limitando um dos aspectos característicos de uma investigação — a possibilidade de enveredar por vários caminhos:

“O curioso é, constatar que, os alunos não queriam investigar aquilo que pensavam que acontecia porque não fazia parte das questões que eram propostas pela actividade. Este tipo de atitude, parte de alunos, que apesar de terem algum espírito investigativo ainda não compreenderam realmente qual é o objectivo primordial das actividades de investigação. Esta tem sido desde o início uma das dificuldades com que me tenho deparado, mostrar aos alunos que *não tem lógica* falar em fim para uma actividade de tipo investigativo.” (relatório final)

A reflexão sobre as aulas de investigação

Os relatórios elaborados por Ana e as discussões das aulas realizadas contêm elementos importantes que ilustram o modo como reflecte sobre as experiências vividas. Em ambas as fontes emerge um padrão de raciocínio — as suas reflexões envolvem quase sempre os seus alunos. De facto, Ana fala constantemente deles: o seu desempenho em tarefas de investigação, a forma como trabalham com a calculadora, a maneira como trabalham em grupo, a relação entre colegas, a postura na sala de aula, a relação com a professora... Quando se discute o balanço das aulas, a primeira coisa de que fala é da aprendizagem dos alunos; quando se fala sobre o papel da professora nestas aulas, rapidamente o relaciona com a postura que os alunos assumiram. São relativamente poucas as referências no seu discurso à sua pessoa de uma forma isolada, isto é, sem implicações para o que se passou na sala de aula. Por exemplo, a professora não fala espontaneamente da forma como viveu esta experiência, da sua aprendizagem, das necessidades que sente. Os alunos são o centro das atenções da Ana e o conhecimento didáctico relativo quer à preparação, quer à realização de aulas com investigações, passa quase sempre pelo conhecimento que tem deles.

O acto de reflectir é algo que parece ser natural em si. No ponto anterior referi exemplos de situações em que a professora descreve as observações que fez dos alunos e procura ir mais além problematizando-as. Mas Ana também parece disponível para rever as suas posições, sempre que algo sugira que o deva fazer:

“Quando, no início, lia nos textos que o professor tem de ter um espírito investigativo para que a investigação corra bem, eu não entendia muito bem... Mas porquê? Quer dizer, a pessoa também faz muitas coisas de que não gosta! Mas por que é que tem de ter um espírito investigativo, se os alunos é que vão investigar? Se calhar não compreendia muito bem o que é que aquilo queria dizer, mas acho que agora estou mais consciencializada para isso...” (entrevista final)

Quanto ao grau de profundidade com que Ana reflecte sobre a prática e, em particular, sobre a realização de aulas de investigação, diria que existem evidências que a caracterizam de forma muito positiva. Atendendo a que esta é uma jovem professora, no seu primeiro ano de carreira, há alguns comentários seus que surpreendem pela forma como consegue chegar ao cerne dos problemas. A título de exemplo, apresento uma reflexão sua a propósito das concepções dos alunos sobre a Matemática e da desvalorização que muitos atribuem ao trabalho investigativo, fruto de uma contradição entre o discurso do professor e a sua prática:

“Com o tempo, os alunos aderem muito melhor a este tipo de actividade. Por exemplo, se for só uma por período eu acho que é muito pouco. Fica assim fora do contexto... [...] Para eles também não faz sentido, por que é que a gente há-de levar 10 aulas a fazer exercícios e por que é que não fazemos investigações se também se aprende? Acho que é culpa do professor a ideia que eles têm da Matemática: se a pessoa faz sempre aquilo, então aquilo é que é importante, não é? Se só de vez em quando é que faz as outras...” (entrevista final)

Conclusão

O trabalho desenvolvido ao longo do ano permitiu conhecer algumas das atitudes de Ana relativamente ao ensino da Matemática e, particularmente, à realização de actividades de investigação na sala de aula. Apresentam-se agora os aspectos mais relevantes dessas atitudes e sua evolução.

Ana mostra-se bastante crítica relativamente ao tipo de ensino a que foi sujeita. Na sua perspectiva, este caracterizava-se pela utilização rotineira do método expositivo por parte do professor, no qual o aluno tinha um lugar meramente passivo. Neste tipo de trabalho, a primazia era dada à mecanização de procedimentos e as características individuais dos alunos não eram tidas em conta. Note-se, porém, que esta visão crítica é recente, já que enquanto aluna (do ensino não superior) nunca questionou os métodos utilizados pelos seus professores, com os quais tinha até bastante sucesso. Foi só depois de começar a frequentar as disciplinas ligadas à área da Didáctica da Matemática que desenvolveu uma concepção diferente da aula de Matemática e que permitiu redefinir a sua posição relativamente aos métodos que tinha experimentado enquanto aluna.

Sendo assim, Ana pretende que a sua prática corresponda a uma mudança. É sua intenção implementar algumas metodologias com que teve contacto durante a sua formação educacional, de modo a centrar o ensino nos alunos. Esta intenção corresponde a uma preocupação relativamente à sua aprendizagem e que manifesta frequentemente. O seu sucesso é o sucesso de cada um dos seus alunos, pois como afirma “não se ensina se os alunos não aprendem”.

No que diz respeito à realização de aulas de trabalho investigativo, a professora começa por considerar que elas são importantes por envolverem os alunos no processo de descoberta, por facilitarem o desenvolvimento da autonomia e favorecerem uma atitude positiva relativamente à aprendizagem. Esta perspectiva é reforçada através da experiência e reflexão sobre a experiência. Contudo, Ana desenvolve ainda uma visão relativamente ao tipo de aprendizagem que as investigações proporcionam. No fim do ano, refere que a aprendizagem dos conceitos é mais significativa quando trabalhados desta forma e que, para além disso, os alunos desenvolvem simultaneamente uma concepção mais adequada do que é a Matemática.

Portanto, pode-se afirmar que houve uma crescente valorização do trabalho investigativo, apesar do sucesso deste tipo de trabalho ter sido moderado e não se ter

generalizado a todos os alunos. Porém, a vivência e a reflexão sobre determinados episódios parece ter sido determinante para o desenvolvimento de uma imagem positiva relativamente às investigações.

A valorização do trabalho investigativo não é, naturalmente, sinónimo de confiança na preparação e condução de aulas desse tipo. Inicialmente, Ana mostrou alguma insegurança no desempenho desse papel, o que pareceu estar associado a dois factores: manter uma postura adequada, particularmente nos momentos em que apoia os alunos, e as expectativas relativamente à reacção e ao desempenho destes. Quanto a este último aspecto, salienta-se o receio quer de uma má prestação, quer de uma prestação ultrapasse as suas previsões, como a elaboração de uma conjectura em que não havia pensado.

A preparação, condução e reflexão sobre as aulas de investigação evidenciou sobretudo expectativas negativas, particularmente no que diz respeito à turma de 7º ano, em que o seu maior receio era que os alunos se desmotivassem à primeira dificuldade e desistem da actividade. Estas expectativas foram evoluindo de uma forma positiva à medida que foi percepcionando resultados razoáveis ou mesmo interessantes. O efeito que esses resultados têm em si é muito importante, o que ficou patente no episódio em que um aluno se quis explorar a tarefa para além da proposta inicial.

Paralelamente à melhoria das expectativas sobre os seus alunos, Ana foi também mostrando-se mais confiante na condução destas aulas. Para isso, parece ter contribuído, mais uma vez, a experiência e a reflexão sobre a experiência, mas sobretudo a preparação cuidada das aulas. Nesta preparação, foram determinantes os momentos de trabalho conjunto (comigo e com os seus colegas), mas também o trabalho desenvolvido individualmente. Ao longo do tempo, a professora foi detectando outros aspectos ou momentos críticos, como a utilização da calculadora gráfica ou a discussão final com toda a turma, mas procurou também ultrapassar as dificuldades com um trabalho individual de preparação. Finalmente, um último aspecto que se mostrou determinante para a sua confiança, foi o gosto e o interesse que reconhece numa tarefa. Este elemento é tão importante que leva a professora a afirmar que “o professor deverá apenas realizar actividades de investigação que lhe agradem e nas quais acredite” (relatório final).

No que diz respeito ao conhecimento matemático de Ana, especialmente aquele que mobiliza durante a realização de actividades de investigação, pode-se traçar um quadro com aspectos desequilibrados. Inicialmente foram notórias as dificuldades que exibiu na realização

de investigações, particularmente aquelas que se enquadravam no campo da Geometria, e que se consubstanciam na dificuldade em visualizar e representar objectos do espaço e em utilizar métodos estritamente geométricos. Mas a maior dificuldade diz respeito ao próprio processo de investigar — sobretudo no início, detectou-se uma certa tendência para reduzir a investigação à procura de uma fórmula, não havendo uma atitude investigativa que levasse a professora a analisar diferentes perspectivas ou novas questões. Porém, no que diz respeito à utilização de processos algébricos, por exemplo, na demonstração de conjecturas, a professora mostrou-se muito hábil e até segura. Contudo, em consequência das dificuldades sentidas, regista-se a pouca confiança na realização de investigações, o que contribuiu negativamente para a sua disposição relativamente a este tipo de actividade.

Apesar do quadro inicial, o conhecimento matemático de Ana sofreu uma evolução significativa com a preparação, condução e reflexão sobre as actividades de investigação. Não será, pois, de admirar que a exploração da tarefa tenha sido o foco de atenção da professora durante a preparação das aulas. Desse modo, pretendia prever os resultados que os alunos produzissem e preparar-se para os apoiar. Outros aspectos, como a introdução da tarefa ou a sua discussão final, mereceram a progressiva atenção da professora, porém, talvez por envolverem um grau de imprevisibilidade menor, não lhe suscitaram tantas dúvidas que requeressem especial preparação.

A organização dos alunos em grupo foi ponto assente desde o início do ano. O seu objectivo foi fomentar a comunicação e a partilha entre os seus elementos, ao mesmo tempo que desenvolviam a autonomia relativamente ao professor.

Finalmente, a escolha da tarefa tornou-se cada vez mais criteriosa. Ana considera que a sua adequação aos interesses e capacidades dos alunos é tão importante quanto a boa relação do professor com a tarefa, já que ele desempenha um papel essencial durante a aula, inclusivamente, motivando os alunos para a actividade e incutindo-lhes o espírito investigativo. Para além disso, a tarefa deve estar bem enquadrada no programa, sendo que no caso do ensino secundário é desejável que contemple também conteúdos.

Durante a condução das aulas com actividades de investigação, a professora está muito atenta ao carácter da comunicação que estabelece com os alunos. Procura ajudá-los sem ser demasiado directiva, mantendo uma postura interrogativa e recorrendo às questões em que pensou durante a preparação das aulas. Contudo, esta sua postura contrasta com aquela que exhibe durante momentos em que o trabalho da aula está mais centrado em si. Nesses casos, e

apesar de ser sua intenção favorecer a participação dos alunos, tende a dominar completamente o discurso.

Paralelamente ao papel que assume de gestão da aula, a professora não negligencia a sua actividade de observadora. De facto, procura recolher dados sobre o desempenho dos alunos relativamente à resolução da tarefa, bem como sobre as interacções que estabelecem entre si. Destas observações, parte facilmente para a análise e reflexão sobre os seus significados e retira conclusões, por exemplo, sobre a aprendizagem dos alunos e a forma como esta se relaciona com outros factores.

Analisando os aspectos que contribuíram para a evolução do conhecimento e das atitudes de Ana relativamente à realização de actividades de investigação na sala de aula, é possível identificar de novo quatro: a experiência, a reflexão, a interacção com colegas e orientadoras e a leitura de alguns textos relativos ao tema. Claro que estes quatro elementos não se podem separar, pelo contrário, é a sua conjugação que promove em grande medida a aprendizagem. No caso desta professora, pode-se dizer que há um elemento chave entre estes: a reflexão. De facto, considero que o apoio que a estrutura do núcleo de estágio lhe forneceu e, em particular, a minha orientação foram fundamentais para que implementasse um certo tipo de trabalho. A experiência que daí adveio foi também determinante para a sua aprendizagem. Contudo, foi a reflexão que realizou a partir das discussões que tivemos e da prática da sala de aula que realmente favoreceu a atribuição de significados pessoais. Note-se que, mesmo o contributo que retirou da leitura de alguns textos, passa pela reflexão sobre as ideias neles contidas. Veja-se o caso que a própria refere, onde se questiona sobre o significado uma afirmação:

“Quando, no início, lia nos textos que o professor tem de ter um espírito investigativo para que a investigação corra bem, eu não entendia muito bem... Mas porquê?” (entrevista final)

Concluindo, caracterizo Ana como uma professora que se mostra bastante preocupada com a aprendizagem dos seus alunos e que, por isso, deseja que as suas práticas se distanciem do ensino tradicional, por forma a envolver mais e melhor os alunos. Realizar aulas de trabalho investigativo causa-lhe alguma insegurança, em parte devido às suas expectativas quanto à reacção dos alunos, mas também porque sabe que ela própria precisa de melhorar o seu desempenho na exploração matemática dessas tarefas. Contudo, para ultrapassar estas

dificuldades, recorre ao apoio dos seus colegas e orientadoras, ao seu próprio investimento pessoal e a algo de que talvez não tenha plena consciência: a sua capacidade de reflectir.

IX. O conhecimento e as atitudes dos professores estagiários

Neste capítulo apresento a análise do conhecimento matemático e didáctico dos professores estagiários associado à realização de actividades de investigação, bem como as atitudes que revelam relativamente ao ensino da Matemática e, em particular, à utilização desta metodologia de trabalho que desenvolveram ao longo do ano. Nele procurarei evidenciar os aspectos comuns aos três professores bem como os traços mais importantes que os diferenciam. Para além desta análise, discutirei ainda algumas relações entre aquelas dimensões do conhecimento e as atitudes dos professores que se manifestaram ao longo do estudo.

Conhecimento matemático

Margarida, Pedro e Ana tiveram uma experiência matemática muito semelhante. Para além de terem frequentado, na mesma altura, a licenciatura em Ensino da Matemática na FCUL, os três professores estagiários já haviam sido colegas no ensino secundário. A caracterização que fazem da sua experiência nos dois níveis de ensino é também muito semelhante: relativamente ao secundário, todos referem que as metodologias de ensino eram tradicionais e centradas na leccionação de conteúdos; no que diz respeito ao ensino superior, são unânimes ao afirmar que o curso os prepara muito bem em determinadas áreas da Matemática, mas descarta outras. Entre estas estão a Geometria, as Probabilidades e a Estatística. Estas lacunas que os professores apontam estão, na verdade, relacionadas com uma crítica mais contundente que fazem à formação matemática que receberam e que se traduz na sua desadequação às necessidades dos professores. Ou seja, de uma maneira geral, pensam que é importante o aprofundamento dos seus conhecimentos, mas perspectivando o

seu papel de professores de Matemática e por isso, na sua perspectiva, o plano de estudos deveria contemplar uma Matemática mais próxima daquela que futuramente irão leccionar.

Apesar de terem visões semelhantes acerca desta formação, é importante notar que a forma como Margarida e Ana viveram os primeiros anos na Universidade foi distinta da de Pedro. Mesmo dedicando-se de forma continuada, as professoras sentiram muitas dificuldades, sobretudo na fase inicial e em determinadas disciplinas, o que tornou a sua relação com a Matemática algo penosa. Ao contrário, Pedro demonstrou facilidade em ter aproveitamento às várias disciplinas, permitindo-se investir nos estudos apenas na altura que antecedia os exames.

A forma como encaram a presença do trabalho investigativo ao longo da sua formação matemática é também semelhante. No que diz respeito ao ensino não superior, todos eles afirmam que as actividades de carácter mais aberto, como a resolução de problemas ou as investigações, sempre estiveram ausentes da prática da sala de aula. Relativamente à formação académica, Ana e Margarida consideram que, de certa forma, o carácter investigativo percorre o trabalho que realizaram, nomeadamente, quando tinham de encontrar uma demonstração para determinado teorema. Contudo, e para sua surpresa, consideram também que esse trabalho continuado não parece ter contribuído significativamente para a sua capacidade de resolver tarefas de investigação, como aquelas que propõem aos seus alunos. Pedro avança com uma explicação para essa aparente contradição — na sua perspectiva, isso deve-se a uma oposição entre o concreto e o abstracto. Ou seja, considera que durante alguns anos foram habituados a trabalhar exclusivamente ao nível do abstracto e que, no momento em que têm de voltar a lidar com aspectos mais concretos da Matemática, sentem alguma dificuldade. De facto, embora com diferentes desempenhos ao nível do trabalho investigativo, todos os professores demonstraram algumas dificuldades, nomeadamente no que diz respeito à utilização de abordagens menos formais. Vejamos então como se manifestou o conhecimento matemático de Margarida, Pedro e Ana, através da realização de actividades de investigação.

Entre os três professores, Pedro destaca-se por apresentar um conhecimento matemático mais sólido, visível na forma como abordou e aprofundou as investigações, envolvendo-se em processos de raciocínio bastante complexos. Aliás, este professor parece mover-se melhor no terreno do complexo e abstracto do que em situações mais simples. À excepção da Estatística, domina bem os conceitos e procedimentos de várias áreas, privilegiando a utilização de

ferramentas analíticas, tanto da análise como da álgebra. Para além do conhecimento, Pedro destaca-se também pelo que Ball e McDiarmid (1990) designam de *disposição* para a actividade matemática. Isto é, o interesse pelas investigações e o prazer que evidencia enquanto se envolve nessas actividades distinguem-no claramente das suas colegas. Não se trata de um entusiasmo pela tarefa pelo proveito que pode ter para os seus alunos; trata-se sim de um gosto intrínseco à própria actividade, pelo prazer que lhe proporciona.

Apesar de distinguir o conhecimento matemático de Pedro daquele que as suas colegas exibem, há um traço comum bastante forte — todos os três recorrem quase exclusivamente a métodos analíticos, em detrimento de processos geométricos ou estratégias informais. Este aspecto explica, em grande medida, a dificuldade que ambos sentiram ao tentar perceber de que formas poderiam os alunos do 7º ano de escolaridade resolver a tarefa *Quadrados com fósforos*. Contudo, este foi provavelmente um dos aspectos do conhecimento matemático dos professores que mais evoluiu ao longo do ano — procurar estratégias diferentes para resolver a mesma tarefa, utilizando processos mais ou menos intuitivos ou formais.

Margarida e Ana evidenciam um conhecimento matemático muito semelhante, tanto no que diz respeito ao domínio de conteúdos, como ao desempenho na realização de actividades de investigação. A Geometria é a área em que ambas sentem mais dificuldades, nomeadamente no que concerne à visualização e representação de objectos a três dimensões, um facto que parece estar fortemente relacionado com a formação que receberam. Em mais nenhuma área parecem existir dificuldades semelhantes — pelo contrário, as professoras parecem dominar bem outros conteúdos. Relativamente ao processo de investigação, a resolução da tarefa *Sombras de um cubo* tornou evidente alguma falta de organização e sistematização, mas também uma certa facilidade na realização de provas analiticamente. Ao longo do ano, notou-se alguma evolução positiva na forma como abordaram as investigações, o que foi especialmente notório durante a preparação da última tarefa (*Números em escada*).

De qualquer forma, é possível identificar algumas diferenças nestas duas professoras e que são relativas, sobretudo, às suas atitudes face à actividade de investigação. No caso de Margarida, foi possível detectar gosto pela actividade, mesmo quando esta lhe levantou vários obstáculos, como foi o caso da resolução de *Sombras de um cubo*. Em particular, o sentimento que emerge quando supera uma dificuldade parece motivá-la bastante. Já Ana tende a sentir as dificuldades de uma forma mais penosa, pelo que o seu entusiasmo pela actividade foi quase sempre mais modesto. Para além do gosto evidenciado, a segurança com que enfrentam a

resolução de investigações também difere. Ana demonstrou, por várias vezes, bastante insegurança nesta actividade. Mesmo durante a resolução de *Números em escada*, uma tarefa que a viria a cativar bastante, mostrou pouca confiança na adequação das suas estratégias, hesitando na utilização dos seus métodos ou os dos seus colegas. No caso de Margarida parece observar-se menos receio em arriscar um caminho e maior flexibilidade na procura e utilização de outras estratégias.

Atitudes relativas ao ensino da Matemática

Margarida, Ana e Pedro manifestam alguns traços comuns nas suas atitudes face ao ensino da Matemática, os quais contribuem para a sua postura enquanto professores. Um desses aspectos é a vontade e a disponibilidade para aprender. Como Pedro afirmou, a formação didáctica que recebeu no ano anterior ajudou-o a desenvolver uma postura crítica perante o tipo de ensino a que foi sujeito mas, também como Ana reforça, essa formação não assegurou o aprofundamento de vários conhecimentos importantes para a sua prática. Assim, os três professores estagiários sublinham o quão conscientes estão de que têm muito mais para aprender e manifestam o desejo de que o estágio contribua fortemente para esse objectivo. Para isso, sabem que têm de investir bastante no trabalho, tanto a nível individual como colaborativo, mas contam também com o apoio das orientadoras para os auxiliarem nesse empreendimento.

Outro aspecto comum aos três professores estagiários diz respeito à abertura que mostram face à inovação. Enquanto alunos dos ensinos básico e secundário, sempre aprenderam através de metodologias que caracterizam como bastante tradicionais, e com elas tiveram um sucesso considerável. Para além disso, Ana e Margarida trazem consigo imagens de professores de Matemática de quem gostaram muito, a ponto de contribuírem para a sua escolha profissional. Esta experiência tem uma importância determinante na postura que estes jovens irão assumir como professores, como sugere Kagan (1992) e como o próprio Pedro reconhece quando fala da tendência para reproduzir esse estilo de ensino. Contudo, apesar desta herança, ambos manifestam vontade de realizar um tipo de trabalho diferente com os seus alunos, o qual é naturalmente acompanhado de alguma insegurança.

Entre os vários objectivos curriculares organizados em torno dos conteúdos, capacidades e atitudes, os primeiros são os mais valorizados, o que é perceptível sobretudo

nos casos de Pedro e Margarida. Inicialmente, esta professora afirma a importância do desenvolvimento das capacidades e atitudes, mas coloca-as num segundo plano, associando-as a uma formação pessoal do aluno, com a qual todos os professores se devem preocupar. Porém, no fim do ano, alarga a sua concepção sobre as capacidades a desenvolver passando a incluir algumas especificamente ligadas ao pensamento matemático, como sejam a capacidade de testar conjecturas, de argumentar e validar raciocínios.

No caso de Pedro, o peso a atribuir às actividades destinadas ao desenvolvimento destes objectivos, constitui um dilema difícil de resolver. Apesar de manifestar intenção de realizar “actividades diferentes”, logo no início do ano, mostrou-se bastante preocupado com o cumprimento das orientações do programa e do grupo disciplinar da sua escola que, na sua perspectiva, valorizam sobretudo a leccionação de conteúdos. No fim do ano, quando confrontado com o exame de 12º ano, este seu dilema agrava-se por considerar que este não privilegia um trabalho em torno de situações problemáticas. Portanto, não querendo prejudicar os seus alunos, o professor vê-se confrontado com a interrogação sobre o lugar que um trabalho deste tipo deve assumir no futuro, particularmente no ensino secundário.

No caso de Ana, a intenção de se distanciar de um ensino tradicional está ligada à vontade que sente de trabalhar para o sucesso de cada aluno. Ou seja, esta professora considera que é necessário utilizar metodologias que tenham em conta as características específicas dos alunos, o que implica realizar um trabalho mais centrado nestes.

A relação professor-aluno é um aspecto sensível para os três professores, mas por razões diferentes. Para Margarida, a dimensão relacional é talvez o factor que mais valoriza no ensino, o que já era perceptível na sua postura enquanto aluna e continua a ser marcante na forma como se relaciona com os seus alunos e colegas. A dimensão humana da profissão agrada-lhe bastante, mesmo quando isso implica tomar consciência dos problemas complicados que se passam nas vidas de muitos dos seus alunos. Ana tem uma postura muito semelhante. Para perseguir o objectivo de trabalhar para o sucesso de cada aluno, conta várias vezes com a influência que pode exercer sobre eles, dando-lhes atenção e procurando motivá-los. Já Pedro mostra-se algo incomodado com a importância que a dimensão relacional assume na sua profissão. A ideia de ser professor de Matemática passa quase exclusivamente por ensinar o que o programa propõe, sendo que os vários aspectos relacionados com o estabelecimento de regras de comportamento e relacionamento entre alunos e entre si e estes

(particularmente no que diz respeito ao 3º ciclo), /lhe desagradam bastante. Este é, aliás, um dos motivos por que passou a ambicionar uma carreira no ensino superior.

Atitudes relativas à realização de actividades de investigação na aula de Matemática

As atitudes face à realização de trabalho investigativo na sala de aula registaram-se de forma semelhante para os três professores estagiários e evoluíram na mesma direcção. A valorização que atribuem a este tipo de trabalho é exemplo disso. Ao longo do ano, todos afirmaram considerar importante a implementação destas tarefas, no entanto, e curiosamente, os motivos que atribuem para tal valorização foram-se alterando à medida que prepararam, realizaram e reflectiram sobre as aulas em torno desse trabalho e, mesmo entre si, esses argumentos diferem.

No caso de Margarida, a valorização que inicialmente atribui está directamente ligada ao desenvolvimento de capacidades e atitudes, muito embora tenha dificuldade em especificar quais são elas. No fim do ano, mostra-se mais sensível às potencialidades que encontra nas investigações para a aprendizagem de conceitos, apesar de nesta fase já identificar capacidades, por exemplo ao nível do pensamento matemático e da comunicação, cujo desenvolvimento beneficia com a realização de actividades de investigação. Ana parece ter, logo de início, uma ideia mais concreta sobre as vantagens do trabalho desta natureza, a saber: o desenvolvimento de uma atitude positiva face à Matemática e à aprendizagem, a promoção da autonomia, o favorecimento de um papel mais activo dos alunos na sua aprendizagem através do seu envolvimento em processos de descoberta. Porém, no fim do ano, acrescenta que a aprendizagem dos conceitos é mais significativa e que os alunos desenvolvem uma concepção mais adequada do que é a Matemática. Pedro regista uma mudança mais acentuada nos argumentos que usa para valorizar as investigações: inicialmente, afirma que elas são relevantes sobretudo por propiciarem uma aprendizagem melhor ao nível dos conteúdos a leccionar; no fim do ano, passa a dar primazia às suas potencialidades ao nível do desenvolvimento do raciocínio matemático e atitudes, passando a encarar a sua utilização na leccionação de conceitos apenas por uma melhor gestão do tempo disponível.

Talvez mais importante que indicar exactamente em que momento os professores valorizam o quê, esta evolução parece evidenciar-nos aspectos importantes da sua

aprendizagem. Em primeiro lugar, parece claro que a valorização que os estagiários atribuem inicialmente às actividades de investigação não é muito genuína, o que é particularmente evidente no caso de Margarida. Isto não significa que os professores não explicitassem exactamente o que pensavam, mas sim que a importância que davam a este tipo de trabalho não emergiu de si, mas foi incorporada a partir de ideias de outros. Trata-se, no fundo, de aceitar as orientações que lhes foram dadas na formação inicial, pelos seus professores e orientadores, pela literatura que entretanto consultaram e pelos próprios programas oficiais da disciplina de Matemática, em que todos reconhecem a recomendação da realização de trabalho de cunho investigativo. Em segundo lugar, a forma como essa valorização evolui depende muito das experiências pessoais e das reflexões que cada um faz sobre elas. É a partir de ambas que os professores constroem os seus significados pessoais e é através destes significados que a valorização que atribuem às investigações passa a ser verdadeiramente genuína.

Também, no que diz respeito à confiança que os professores manifestaram na preparação e condução destas aulas, registou-se um padrão comum. Inicialmente, todos registaram uma grande insegurança, cujas causas convergem para os mesmos aspectos: fracas expectativas sobre o desempenho e motivação dos alunos (e comportamento, no caso de Margarida), a inexperience na preparação e condução destas aulas e a percepção sobre a complexidade do seu papel. No que diz respeito a este último factor, Pedro e Ana mostraram-se particularmente inseguros sobre a sua capacidade de manter uma postura interrogativa e estabelecer uma comunicação adequada com os alunos. Margarida também se mostrou sensível a este aspecto, contudo, a gestão de um ambiente de trabalho adequado na sala de aula tendia a preocupá-la mais.

Ao longo do ano registou-se uma evolução positiva na confiança dos três professores, aparentemente menos acentuada no caso de Margarida. Esta diferença deve-se provavelmente a um dos factores que mais contribui para essa evolução: o *feedback* dos alunos e o acontecimento de episódios marcantes na sala de aula. De facto, os professores partiram para esta experiência com expectativas muito negativas sobre os resultados da sua implementação na sala de aula, nomeadamente, no desempenho dos seus alunos. Porém, a experiência revelou que algumas dessas expectativas eram desadequadas; em alguns casos, os alunos surpreenderam positivamente os professores, o que se registou particularmente na turma de 7º ano de Pedro. Na turma deste nível de Ana, foram alguns episódios pontuais que marcaram a

sua mudança de atitude. Mas, no caso de Margarida, pelas características da sua turma de 7º ano, os resultados obtidos foram mais modestos — a professora viu-se confrontada quer com reacções positivas e interessantes, quer com comportamentos verdadeiramente difíceis de gerir. Por este motivo, umas vezes sentiu-se encorajada a continuar com este tipo de trabalho mas outras sentiu vontade de desistir.

Outro factor importante de promoção da confiança dos professores foi o trabalho realizado conjuntamente (os estagiários e eu, como orientadora), particularmente na fase de preparação das aulas e nos aspectos relacionados com a exploração matemática da tarefa e a preparação do apoio a fornecer aos alunos. A sua importância é conferida quer pelos testemunhos do grupo, quer pelo visível aproveitamento que fizeram em aula dos aspectos preparados anteriormente. Ainda associado a esta fase, outro aspecto aparece como particularmente relevante para a segurança com que Ana e Margarida enfrentaram a condução das aulas: o gosto e a adequação que reconhecem à tarefa. De facto, no fim do ano, Ana é peremptória ao afirmar que o professor só deverá realizar tarefas de que goste e em que acredite.

Finalmente, a experiência e a reflexão sobre a mesma revelaram-se bastante importantes para o desenvolvimento de atitudes positivas face à realização de aulas com investigações. Ao longo do ano, os professores continuaram a valorizar o trabalho conjunto como uma base de apoio, mas pareceram também progressivamente mais autónomos relativamente à orientadora e menos dependentes de uma planificação definida ao pormenor.

Conhecimento didáctico associado à realização de actividades de investigação na aula de Matemática

O estudo do conhecimento didáctico de Margarida, Pedro e Ana relativo à realização de aulas de trabalho investigativo foi organizado em torno dos três momentos chave do trabalho do professor: a preparação, condução e reflexão sobre as aulas. No quadro seguinte apresentam-se os aspectos que mais sobressaíram desse conhecimento e que emergem, directa ou indirectamente, do discurso dos professores.

Conhecimento na...	Margarida	Pedro	Anna
Preparação das aulas	Foco na resolução da tarefa com vista à previsão de cenários e à preparação do apoio aos alunos. Atenção posterior à apresentação e discussão da actividade. Tarefas: progressivamente menos estruturadas, adaptada às características dos alunos.	Foco na resolução da tarefa com vista à previsão de cenários e à preparação do apoio aos alunos. Atenção posterior à apresentação e discussão da actividade. Tarefas: progressivamente menos estruturadas, ligadas aos conteúdos no secundário.	Foco na resolução da tarefa com vista à previsão de cenários e à preparação do apoio aos alunos. Atenção posterior à apresentação e discussão da actividade. Tarefas: progressivamente menos estruturadas, motivadoras para alunos e professora.
Condução das aulas	Apresentação da tarefa: Promover a compreensão da tarefa.	Apresentação da tarefa: Promover a compreensão da tarefa. Motivar os alunos.	Apresentação da tarefa: Promover a compreensão da tarefa e da natureza da actividade a desenvolver; Fazer a ligação ao trabalho realizado anteriormente.
	Realização da actividade: Ajudar sem orientar demasiado; Controlar o comportamento; Garantir que os alunos trabalham; Incentivar a comunicação oral e escrita.	Realização da actividade: Ajudar sem orientar demasiado.	Realização da actividade: Ajudar sem orientar demasiado; Sugerir prolongamentos; Corrigir erros; Motivar os alunos.
	Discussão da actividade: Confrontar estratégias diferentes; Comentar os relatórios; Evidenciar resoluções particularmente interessantes; Esclarecer dúvidas.	Discussão da actividade: Confrontar estratégias diferentes; Servir de modelo; Fazer a ligação ao trabalho realizado anteriormente.	Discussão da actividade: Confrontar estratégias diferentes; Alertar para aspectos do processo de investigação; Promover a reflexão sobre a actividade; Esclarecer dúvidas.
	Outros aspectos: A preocupação em promover a comunicação circunscreve-se a alguns momentos; Atenção aos factores condicionantes da dinâmica e da cultura na sala de aula. Atenção às concepções dos alunos, mas pouca percepção dos seus desempenhos.	Outros aspectos: Grande preocupação com o tipo de comunicação desenvolvida. Proporciona momentos de interactividade com a turma; Atenção às interacções entre alunos e entre estes e o professor; Atenção às resoluções dos alunos.	Outros aspectos: A preocupação em promover a comunicação circunscreve-se a alguns momentos; Muita atenção aos desempenhos, atitudes, concepções e interacções entre os alunos — recolhe informação rica.
Reflexão sobre as aulas	Valorização explícita da reflexão. Tendência para centrar a reflexão no seu desempenho, por vezes não problematizando bem as experiências vividas.	Valorização explícita da reflexão, numa perspectiva pragmática. Boa capacidade reflexiva.	A reflexão é algo que realiza naturalmente, sobretudo se o objecto forem os alunos. Manifesta uma óptima capacidade reflexiva.

Quadro 4 — Aspectos do conhecimento didáctico na realização de trabalho investigativo

No que diz respeito à preparação de aulas de investigação, o quadro evidencia uma grande semelhança nos aspectos que os professores valorizaram, facto que é natural, por duas razões: por um lado, houve logo de início uma grande convergência no que diz respeito às dúvidas e ansiedades que os professores sentiam; por outro lado, esta fase de preparação assumiu um carácter fortemente colaborativo, dando origem a uma partilha de experiências. Contudo, as diferentes realidades que os professores enfrentaram ao lidarem com as suas turmas, contribuíram fortemente para que os papéis que cada um desempenhou durante a condução das aulas tivessem sido diferentes. Por exemplo, Margarida teve de dar uma maior importância ao controlo da disciplina, descurando mais o seu papel de observadora. Ao contrário, com turmas mais pequenas e menos difíceis, Ana teve oportunidade de recolher mais elementos informativos acerca dos seus alunos o que, associado à sua natureza mais reflexiva, deu origem à problematização de questões importantes. No que diz respeito à fase posterior à aula, em que os professores reflectem e avaliam o trabalho desenvolvido, pode-se afirmar que ambos se envolveram nela de forma interessada, se bem que com diferentes níveis de profundidade. Relativamente a este aspecto, Margarida parece corroborar a opinião de Kagan (1992), quando esta autora fala da importância do conhecimento de si e da sua influência nos professores em início de carreira, afirmando que só depois de clarificadas as imagens que têm de si próprios é que estes professores mudam o foco da sua atenção de si próprios para os alunos.

Um elemento que ressalta da análise da evolução do conhecimento didáctico dos três professores é a sua ligação às orientações enunciadas por Elbaz (1981). Nela observamos claramente uma orientação situacional e experiencial, no sentido em que os contextos em que os professores trabalham e a forma como as experiências decorrem afectam definitivamente o seu conhecimento; uma orientação social, que se consubstancia na influência que o trabalho colaborativo exerceu na forma como os professores viveram esta experiência e na aprendizagem que a partir dela fizeram; uma orientação pessoal, uma vez que a personalidade, a história de vida e os conhecimentos que traziam consigo moldam a acção e a reflexão dos professores. A orientação dada pela teoria, que Elbaz também refere, é aqui menos evidente, se bem que ela também influencie os professores, sobretudo através da discussão de problemas que têm eco nas suas aulas. Ou seja, estes professores mostraram-se sensíveis à teoria que de alguma forma aborda questões que estão ligadas à sua prática.

Relações entre as dimensões do conhecimento e as atitudes

A análise dos casos relativos a Margarida, Pedro e Ana, mostram como certas experiências se revestiram de maior importância que outras para a aprendizagem dos professores, sendo que algumas delas determinaram mesmo atitudes contraditórias. Mas será que podemos detectar algumas relações entre as várias dimensões do conhecimento e mesmo entre estas e as atitudes? Como já referi no capítulo III, Kagan (1992) sugere que o conhecimento didáctico pode ser visto como produto directo do crescente conhecimento dos alunos. Será que os dados desta investigação corroboram esta ideia ou não poderemos suspeitar de uma rede mais complexa de influências? Por exemplo, em que medida o conhecimento didáctico não será também influenciado pelo conhecimento matemático dos professores? Em seguida, apresento as relações que me parecem emergir dos dados sobre a evolução do conhecimento e das atitudes dos três professores estagiários que estudei.

A influência das atitudes face ao ensino da Matemática nas atitudes relativas à realização de aulas de investigação

Naturalmente, as atitudes relativas à realização de trabalho investigativo nas aulas fazem parte de um conjunto mais alargado de atitudes face ao ensino da Matemática. No entanto, pareceu-me importante identificar de que forma é que os aspectos gerais destas atitudes, como os objectivos curriculares mais valorizados ou a abertura face à inovação, condicionam as atitudes relativas à realização de aulas de investigação.

As atitudes que Margarida manifestou inicialmente relativamente ao ensino da Matemática têm um efeito ambivalente no que diz respeito à sua forma de encarar as investigações na sala de aula. Por um lado, a professora valoriza os objectivos de criar nos alunos uma nova visão da Matemática e de desenvolver o seu gosto pela disciplina. Nesse sentido, as investigações são encaradas positivamente, já que a professora considera que elas contribuem para esses objectivos. Para além disso, a sua disponibilidade para aprender e utilizar novas metodologias na sala de aula, distanciando-se de um ensino tradicional, são outro factor a favor da realização de investigações. Mas, por outro lado, os objectivos que mais valoriza são ao nível da aprendizagem de conteúdos e, embora lhe pareça que as investigações também podem ser úteis nesta aprendizagem, elas são vistas sobretudo como

forma de cumprir “os outros objectivos”, ou seja, aqueles que se relacionam com as capacidades e atitudes. Portanto, nesta perspectiva, as tarefas de investigação aparecem mais como uma metodologia acessória. Contudo, ao longo do ano, a visão de Margarida sobre as capacidades e atitudes dos alunos tornou-se mais abrangente, passando a dar mais importância ao desenvolvimento do pensamento matemático e da comunicação, o que trouxe uma valorização acrescida à realização de actividades de investigação.

Como já referi, Pedro partilha da vontade de se distanciar do ensino tradicional. Porém, desde o início do ano que o dilema com que se debate devido à escassez de tempo para cumprir o programa, associado à sobrevalorização dos objectivos relacionados com a aprendizagem de conteúdos, influenciam fortemente a forma de encarar o lugar das investigações no currículo, sobretudo no ensino secundário. Ao longo do ano, este dilema foi-se agravando porque o professor construiu uma compreensão maior acerca das potencialidades deste tipo de trabalho mas, simultaneamente, debateu-se cada vez mais com os constrangimentos impostos pelo pouco tempo disponível. No fim do ano, perante a análise do exame de 12º ano, as suas dúvidas aumentam e o dilema que sente parece longe de estar resolvido. Ou seja, se por um lado é levado a valorizar a utilização desta abordagem, por outro interroga-se sobre o benefício que ela representa para os alunos, visto considerar que em situações de avaliação (como o exame nacional) são requeridos conhecimentos cujo ensino segundo um modelo tradicional é mais eficaz.

No caso de Ana, regista-se também uma abertura considerável relativamente à inovação. De uma maneira geral, a valorização que atribui às novas metodologias está associada à realização de um trabalho mais centrado no aluno, ao contrário do ensino mais tradicional em que, na sua perspectiva, as aulas eram dadas quase independentemente dos alunos. Para além deste aspecto, a professora valoriza também uma aprendizagem que parta da actividade dos alunos, favorecendo os processos de descoberta por oposição à transmissão de conhecimentos entre o professor e alunos. Finalmente, reconhece a importância de capacidades e atitudes transversais, como o desenvolvimento da autonomia e gosto de aprender. Ora, estes aspectos gerais relativos às atitudes face ao ensino da Matemática influenciam positivamente a forma como Ana encara o trabalho investigativo na sala de aula já que, na sua perspectiva, através dele os alunos também “vão descobrindo, vão assimilando quase sem darem por isso”.

A influência do conhecimento matemático nas atitudes relativas à realização de aulas de investigação

O conhecimento matemático associado à realização de actividades de investigação tem uma influência determinante nas atitudes dos professores face à sua implementação na sala de aula. A inexperiência inicial do grupo com estas actividades impediu-os, por exemplo, de terem uma boa compreensão do seu alcance educativo, facto que não favoreceu a sua valorização genuína. Até as próprias expectativas sobre o desempenho dos alunos são afectadas pelo conhecimento matemático dos professores. A realização da primeira investigação com a turma do 7º ano foi um exemplo claro disso: a partir da exploração matemática da tarefa que o grupo tinha realizado, a qual era bastante limitada, era de facto difícil antever bons resultados por parte dos alunos; foi a partir do confronto com uma exploração mais aprofundada, prevendo vários níveis de desenvolvimento e estratégias mais informais, que foi possível levar os professores a encararem a realização da actividade nas aulas com maior optimismo.

O exemplo anterior ilustra a importância do conhecimento matemático na preparação da aula, mas ele é também igualmente importante na sua condução. Embora os três professores estagiários estivessem de acordo relativamente ao facto de o professor não ter de saber as respostas a todas as questões dos alunos, estavam também cientes de que ele deve sentir-se com confiança para aceitar os seus desafios e lançar outros, mantendo uma postura investigativa, ou para explicitar o seu raciocínio matemático, podendo servir de modelo. Para isto, é necessário que o professor se sinta seguro no seu conhecimento matemático, o que não foi o caso de qualquer um destes professores.

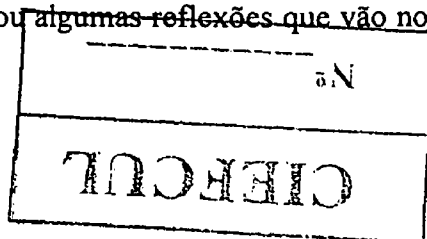
Apesar de Pedro ser o mais seguro na realização de actividades mais abertas, também ele explicou como a sua inexperiência o fez recear a implementação das investigações na sala de aula. Margarida mostrou mais fragilidades ao nível do seu conhecimento matemático, o que teve implicações na segurança com que se envolveu quer na resolução das tarefas, quer na sua implementação em aula. Porém, Ana foi o caso mais evidente de como um conhecimento matemático pouco sólido pode afectar negativamente não só a segurança como a disposição para a actividade matemática, havendo alguns episódios que evidenciam estas relações. Por exemplo, o testemunho desta professora mostrando-se preocupada com a eventualidade de surgirem durante a aula questões matemáticas em que não tinha previamente pensado, ilustra como o seu conhecimento matemático não lhe permite enfrentar a aula com segurança.

Também a resolução da tarefa *Sombras de um cubo*, em que sentiu várias dificuldades, constituiu para si uma experiência algo penosa, o que mostra a relação entre o conhecimento matemático e a disposição para a actividade matemática; outro exemplo que reforça esta relação surge com a investigação *Números em escada*, uma tarefa que sentia dominar melhor do ponto de vista matemático e que lhe suscitou um entusiasmo bastante diferente das anteriores (Ana afirmou gostar muito da tarefa e estar convicta de que “tinha piada”). Claro que esta disposição afecta definitivamente a forma como a professora encara a aula e a motivação que consegue incutir nos alunos, facto que é sublinhado por Brown e Baird (1993) e que, aliás, foi também notado por Ana durante a realização desta última investigação.

A influência do conhecimento didáctico nas atitudes relativas à realização de aulas de investigação

Um conhecimento didáctico pouco desenvolvido é um dos factores que exerce uma influência negativa nas atitudes dos jovens professores relativamente à realização de actividades de investigação na sala de aula. Isso é visível em várias situações, como na realização da investigação sobre funções polinomiais em que o fraco domínio das potencialidades educativas da calculadora gráfica foi motivo de insegurança para Margarida e Ana. Mas é possível identificar áreas específicas do conhecimento didáctico que têm uma influência determinante nas atitudes dos professores. O conhecimento relativo à aprendizagem dos alunos é um deles. Inicialmente, os três professores tinham fracas expectativas sobre as capacidades dos seus alunos e, se nalguns casos elas eram perfeitamente justificadas, outros houve em que os desempenhos dos alunos surpreenderam os professores. À medida que os professores foram observando os alunos e formando um conhecimento mais aprofundado sobre as suas concepções, atitudes, conhecimentos e capacidades, as atitudes face à realização de investigações foram melhorando. Isto aconteceu não só porque as expectativas relativas aos alunos se tornaram mais positivas, mas também porque os professores passaram a estar mais confiantes da adequação das tarefas e do trabalho que tinham preparado às suas turmas.

O caso de Pedro evidencia bem como conhecimento dos alunos afecta não só a segurança sentida na preparação e condução das aulas de trabalho investigativo, como influencia a valorização que atribui a esta metodologia. Durante a realização destas aulas e através da observação dos alunos, o professor apercebeu-se de como estava enganado relativamente às capacidades de alguns deles. Este facto gerou algumas reflexões que vão no



sentido de reforçar a importância destas actividades, por um lado, como elemento promotor da aprendizagem, e por outro, como um meio que permite ao professor conhecer melhor as capacidades dos seus alunos.

Também Ana passou a valorizar mais as actividades de investigação a partir do momento em que se apercebeu que, a partir delas, os alunos poderiam de facto realizar processos importantes da actividade matemática. A investigação *Números em Escada* constitui um marco importante na sua forma de perspectivar as investigações, sobretudo pela ocorrência de um episódio em que um aluno formulou uma nova questão, propôs uma conjectura e testou-a, mostrando ter desenvolvido algum espírito investigativo.

Outra área específica do conhecimento didáctico que teve uma grande influência nas atitudes dos professores estagiários diz respeito à comunicação, sobretudo quando se desenrola na fase de apoio aos alunos. Para os três professores estagiários, a actividade de ensinar está muito ligada à ideia de explicar algo aos alunos — um conceito que não entendem, um procedimento que não sabem como aplicar, etc. Contudo, e desde o início do ano, mostraram estar também cientes de que, durante a realização de uma actividade de investigação, a natureza da comunicação entre professor e aluno deve ser diferente. Ou seja, sabiam que nessa situação o professor não deve induzir o raciocínio dos alunos e que, para isso, deve recorrer a questões ou a sugestões que estimulem o seu pensamento matemático ao invés de o travar. Porém, e ainda numa fase inicial, este conhecimento tem uma natureza declarativa, não correspondendo verdadeiramente a um saber fazer, e a consciência disso causou insegurança aos professores, facto que é referido sobretudo por Pedro e Ana, mas que vai sendo atenuado ao longo do ano. Para isso, contribuiu fortemente a preparação conjunta das aulas onde os professores antecipavam questões ou pistas que poderiam ser úteis aos alunos, mas que não fossem directivas. Também a reflexão sobre este aspecto revelou-se muito importante, fazendo com que, por exemplo, Pedro enunciasse algumas estratégias ou regras a que recorria quando os alunos pediam o seu apoio.

No caso de Margarida, o conhecimento associado à gestão do ambiente de trabalho foi outro aspecto do conhecimento didáctico que influenciou bastante as suas atitudes. De facto, dadas as características da sua turma de 7º ano, a promoção de um ambiente de aprendizagem foi um desafio diário para esta professora, revelando-se particularmente difícil em aulas de trabalho investigativo. A combinação de um tipo de actividade que atribui alguma autonomia aos alunos com a inexistência de uma cultura de trabalho e de responsabilização pela própria

aprendizagem, torna o papel do professor bastante difícil e, naturalmente, Margarida acusou essa dificuldade evidenciando muita insegurança. Ao longo do ano, este sentimento nunca a abandonou porque, embora sentisse uma evolução positiva na postura dos seus alunos, a sua reacção era sempre um pouco imprevisível; numa aula podiam aderir bem à tarefa e na outra boicotar o trabalho a realizar.

A influência das atitudes face à realização de aulas de investigação no conhecimento didáctico

A ideia de que o conhecimento didáctico influencia as atitudes parece ser bastante natural, sobretudo se atendermos a que um maior conhecimento gera normalmente uma maior segurança na execução de uma determinada tarefa. Contudo, não é tão óbvio que determinadas atitudes possam interferir na construção do conhecimento, mas, de facto, existem dados que conduzem a essa conclusão. O caso de Margarida é exemplo disso. A preocupação que sentiu relativamente à gestão do trabalho da turma durante as aulas de investigação, levaram-na a querer estar a todo o momento junto dos grupos, de forma a tirar as suas dúvidas e a assegurar-se de que realmente trabalhavam. Esta agenda tomou conta do seu papel diminuindo a sua condição de observadora, pelo que, no fim das aulas, lhe era difícil caracterizar os desempenhos dos seus alunos. Ou seja, de certo modo, as suas preocupações constituíram um obstáculo à construção de um conhecimento sobre os seus alunos o que, numa fase posterior, de maior domínio sobre a gestão do trabalho, veio a ser atenuado.

Mas a insegurança perante a aula não tem apenas consequências negativas. Por exemplo, Pedro viu-se confrontado com o problema de ajudar os alunos sem os orientar demasiado, um aspecto que comentou várias vezes que o deixava apreensivo. Porém, foi devido à consciência dessa dificuldade que o professor procurou desenvolver estratégias para lidar melhor com essas situações, fazendo avançar o seu próprio conhecimento didáctico.

Um outro exemplo que ilustra a influência das atitudes face à realização de aulas de trabalho investigativo no conhecimento didáctico, diz respeito à forma como Ana perspectiva as tarefas. Já referi a sua preocupação em trabalhar para o sucesso de cada aluno, a qual percorre os vários tipos de aulas, incluindo as de investigação. No caso destas, essa intenção influencia directamente a escolha e adaptação das tarefas, por exemplo, considerando

essencial que exista pelo menos uma questão inicial que todos os alunos consigam resolver, por forma a promover a sua motivação.

A influência do conhecimento matemático no conhecimento didáctico

Como referi no capítulo V, as primeiras dificuldades que os professores manifestaram na preparação de aulas de trabalho investigativo estão associadas a aspectos da natureza da Matemática inerentes a esse trabalho. Habitualmente, as tarefas aparecem no contexto específico da aprendizagem de um conteúdo e não com o objectivo de promover o pensamento matemático, como acontece com as actividades de investigação. Neste caso, torna-se particularmente relevante uma dimensão do conhecimento a que Ball e McDiarmid (1990) apelidam de *conhecimento sobre Matemática*. Ou seja, para além do *conhecimento substantivo* (que se refere a conceitos, definições, procedimentos, etc.), o professor necessita também de ser capaz de discutir algumas ideias chave, como a forma como se valida o conhecimento neste campo específico. Ora, foi exactamente este tipo de conhecimento que se mostrou frágil, dificultando a preparação das aulas, como aconteceu com as tarefas *Poliedros* e *Poliedros regulares*, em que houve necessidade de preparar a discussão sobre as várias possibilidades de definições que os alunos pudessem avançar e discutir a inexistência de outros sólidos com tais características a partir de uma demonstração.

Obviamente que o conhecimento matemático também influencia de forma determinante o conhecimento didáctico que o professor mobiliza enquanto conduz a aula. Para estes professores, um dos aspectos mais difíceis com que se defrontaram foi o apoio a prestar aos alunos, nomeadamente na formulação de boas questões ou sugestões adequadas. Mas, como afirmam Ponte, Oliveira, Cunha e Segurado (1998), estas estão dependentes do pensamento matemático dos professores, o que veio a ser confirmado neste estudo. De facto, só depois de trabalharem bem a tarefa do ponto de vista matemático é que foi possível aos professores formularem questões que incentivassem o desenvolvimento da actividade de investigação dos alunos. Mas mais do que isso, há uma diferença notória entre a postura exibida por Pedro e aquela que é característica de Ana e Margarida: o professor promove momentos de interactividade com a turma, abrindo mais espaços às intervenções dos alunos, e considera a fase de discussão como um momento propício à exploração de novas questões, em que o próprio poderá modelar a actividade de investigação perante os alunos; as suas colegas não sugerem esta possibilidade e, de uma maneira geral, assumem maior protagonismo no

discurso na sala de aula, exceptuando os momentos mais formalmente definidos como de discussão. Penso que esta diferença de comportamentos se deve, pelo menos em parte, à distinção clara entre o conhecimento matemático de Pedro e aquele que Margarida e Ana mostram ter.

A concluir

Ao longo deste ano, Margarida, Pedro e Ana parecem ter vivido uma experiência enriquecedora, tanto no plano cognitivo como no afectivo. Inicialmente, apresentaram-se com muitas expectativas relativamente ao estágio e ao exercício da sua profissão, mas também com muitas ansiedades. Tinham muita vontade de aprender, mas tinham também receios de não conseguirem desempenhar o seu papel adequadamente. A formação inicial promoveu uma formação no âmbito da Matemática, da Didáctica da Matemática e da Educação em geral, mas a assunção do papel de professores trouxe-lhes muitas outras aprendizagens. Tiveram de desenvolver rotinas tão simples quanto escrever o sumário no livro de ponto e aprender tarefas bem mais complexas, como a gestão de uma discussão no seio da turma.

A realização de aulas de trabalho investigativo constituiu um desafio que abraçaram com interesse e empenho, mas também com insegurança — impunha-se o desenvolvimento de vários conhecimentos e competências, alguns deles envolvendo uma certa complexidade. A experiência de preparação, condução e reflexão sobre as aulas com actividades de investigação constituiu uma fonte de aprendizagem determinante para estes jovens professores. A preparação, desenvolvida em conjunto entre estagiários e orientadora, forneceu-lhes apoio que foi muito importante para a segurança com que enfrentaram a aula e proporcionou o desenvolvimento de conhecimentos que suportaram a experiência em aula; a condução permitiu-lhes pôr em prática as suas ideias e observar o resultado das suas acções; a reflexão possibilitou uma avaliação cuidada dos acontecimentos em aula, a partir da qual os professores construíram os seus significados pessoais, sem os quais não existe uma aprendizagem significativa.

A análise que fiz dos conhecimentos e atitudes dos professores estagiários, sugere que o seu desenvolvimento não se processa de forma linear ou independente, nem tão pouco que existam relações simples de causa-efeito entre estes diferentes aspectos. Por exemplo, os dados obtidos contrariam a ideia de Kagan (1992) de que o conhecimento didáctico pode ser

visto como produto directo do crescente conhecimento dos alunos. Ao invés disso, este estudo aponta para a existência de um conjunto de influências entre o conhecimento matemático e didáctico e entre estes e as atitudes manifestadas pelos professores. Concretamente, as atitudes face à realização de trabalho investigativo na sala de aula são influenciadas por atitudes mais genéricas relativamente ao ensino da Matemática, pelo conhecimento matemático e pelo conhecimento didáctico, com o qual têm uma relação de interdependência. Estas duas dimensões do conhecimento também não são independentes, na medida em que é perceptível uma influência significativa do conhecimento matemático no conhecimento didáctico associado à realização de aulas de investigação. O seguinte esquema procura evidenciar estas relações:

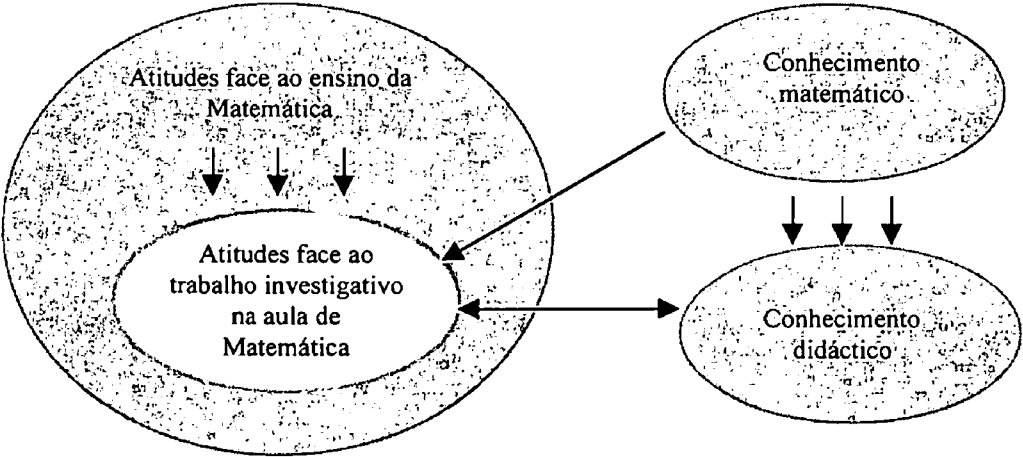


Figura 1 – Relações entre as dimensões do conhecimento e as atitudes

X. Conclusões

Neste capítulo apresento uma síntese do estudo, respondo de forma sucinta às questões inicialmente formuladas e faço uma reflexão sobre todo o trabalho realizado. Esta reflexão abrange aspectos relacionados com a metodologia utilizada, com o projecto de formação dos professores estagiários e termina com a sugestão de recomendações para a formação inicial e para a investigação.

Síntese do estudo

Este estudo teve por objectivo analisar o conhecimento e as atitudes do professor estagiário associados à realização actividades de investigação nas aulas de Matemática. Mais concretamente, procurei estudar o conhecimento matemático e didáctico, bem como as atitudes que manifestam durante a preparação, condução e reflexão sobre aulas trabalho investigativo, a forma como evoluem e as relações que se estabelecem entre esses conhecimentos e atitudes.

Assim, neste trabalho começo por discutir alguns conceitos-chave que constituem o seu suporte teórico. O primeiro diz respeito ao conhecimento profissional do professor — sua natureza, estrutura e conteúdo. Mas, estando este estudo ligado especificamente à realização de aulas de trabalho investigativo, é também analisada a investigação relativa ao conhecimento profissional associado à preparação, condução e reflexão sobre este tipo de aulas. Em seguida, é abordada a formação inicial de professores — o que diz a investigação empírica sobre o processo de *aprender a ensinar*, que perspectivas existem sobre a aprendizagem, a cognição e os processos de formação inicial, nomeadamente, como é encarada a investigação enquanto estratégia para a formação. Finalmente, são ainda analisados alguns estudos empíricos que relacionam a formação inicial com a resolução de problemas e as actividades de investigação. Estes trabalhos abordam a forma como futuros professores e professores em início de carreira se relacionam com tarefas desta natureza —

quais são as suas concepções, que desempenho matemático manifestam na sua resolução, como perspectivam a sua integração no currículo e de que forma as implementam de facto nas suas práticas.

A componente empírica deste estudo seguiu uma metodologia qualitativa, através de três estudos de caso relativos a três professores estagiários que formaram um núcleo de estágio no ano lectivo de 1998/99. Este núcleo desenvolveu, sob minha orientação enquanto orientadora de estágio do Departamento de Educação da FCUL, um trabalho em torno da realização de aulas de trabalho investigativo. Nesse sentido, foram realizados ciclos de trabalho envolvendo quatro fases: a preparação de aulas de investigação, realizada em reuniões conjuntas; a realização das respectivas aulas, observada sempre que possível; a reflexão individual do professor e redacção do respectivo relatório; e, finalmente, discussão conjunta entre o professor e a orientadora com base no referido relatório.

Como instrumentos de recolha de dados foram feitas entrevistas, observações e foram também utilizados os relatórios de aulas elaborados pelos professores e um diário de bordo construído por mim. A análise de dados começou por ser realizada ao longo da recolha e organização dos dados, mas a sua interpretação mais cuidada foi feita em três níveis: um primeiro relativo a cada caso, um segundo que analisa transversalmente os três casos, e um último que procura extrair os aspectos mais relevantes por forma a responder às questões formuladas no estudo. São essas respostas que apresento no ponto seguinte.

Respostas às questões formuladas

Neste ponto procurarei responder sucintamente às questões inicialmente formuladas, apresentando os aspectos mais relevantes da análise que elaborei no capítulo anterior. Recordemos que o problema que formulei se traduz na análise do conhecimento e das atitudes do professor estagiário associados à realização de aulas de trabalho investigativo. Este problema foi subdividido em quatro questões que a seguir passo a enunciar e a responder:

1. Como se caracteriza o conhecimento matemático dos professores estagiários e de que forma evolui?

A formação matemática de Margarida, Pedro e Ana caracteriza-se por alguns desequilíbrios — os professores mostram-se bem preparados em determinadas áreas, mas exibem lacunas noutras (nomeadamente em Geometria, Probabilidades e Estatística). Os seus desempenhos na realização de investigações matemáticas têm pontos em comum, como a preferência clara pela utilização de métodos analíticos em detrimento de estratégias informais e a quase total ausência de estratégias geométricas. Porém, entre os três professores, Pedro mostra ter um conhecimento mais sólido que lhe permite aprofundar as suas investigações, entrando rapidamente no terreno do abstracto. Para além do seu conhecimento, mostra ter também um maior gosto por este tipo de actividade. Este aspecto também diferencia Margarida e Ana. Embora ambas denotem alguma insegurança, a primeira manifesta uma atitude mais positiva relativamente a estas actividades. Ao longo do ano, a evolução que foi mais notória diz respeito à progressiva utilização de estratégias diferentes para resolver a mesma tarefa, utilizando processos mais ou menos intuitivos e formais.

2. Quais as atitudes que os professores estagiários manifestam relativamente ao ensino da Matemática? Em particular, quais as atitudes que revelam face à realização de actividades de investigação na aula de Matemática e de que forma evoluem?

Os três professores estagiários mostram atitudes muito semelhantes relativamente ao ensino da Matemática. Entre elas estão a vontade e a disponibilidade que manifestam para aprender, as quais se revelam no seu discurso e na dedicação ao trabalho. Apesar de terem sido sujeitos a um ensino bastante tradicional, todos os três afirmam a intenção de realizar um trabalho diferente com os seus alunos. De qualquer forma, e apesar de valorizarem objectivos relativos ao desenvolvimento das capacidades e atitudes, a aprendizagem dos conteúdos continua a ser o aspecto que mais influencia as opções que tomam. Aliás, a valorização a atribuir a estes diferentes objectivos, constitui um dilema para os professores, particularmente para Pedro. Um aspecto que os distingue diz respeito à dimensão relacional da profissão. Para Margarida e Ana ela é um dos factores que mais lhes agradam e a que dão muita importância; Pedro, pelo contrário, preferiria não ter de lhe prestar muita atenção.

No que diz respeito às atitudes face à realização de aulas de trabalho investigativo, notou-se um padrão comum nos três professores estagiários. A forma como valorizam este tipo de trabalho é exemplo disso. Desde o início do ano, que manifestaram atribuir-lhe

importância; porém, os argumentos que utilizaram para sustentar essa importância foram mudando ao longo do tempo, à medida que viveram determinadas experiências. Assim, mais relevante do que notar que os professores passaram a valorizar mais a realização de trabalho investigativo, é sublinhar que essa valorização é verdadeiramente genuína por emergir de si próprios.

A confiança com que os professores enfrentaram a preparação e condução destas aulas também evoluiu de forma semelhante. Inicialmente, todos estavam bastante inseguros, sobretudo, devido aos seguintes motivos: fracas expectativas sobre o desempenho e motivação dos alunos (e comportamento, no caso de Margarida), a inexperiência na preparação e condução destas aulas e a percepção sobre a complexidade do seu papel. Ao longo do tempo, a segurança sentida pelos professores registou uma evolução positiva, para a qual contribuíram especialmente o trabalho conjunto realizado na preparação das aulas e a percepção dos professores sobre os resultados das experiências desenvolvidas.

3. Como se caracteriza o conhecimento didáctico dos professores estagiários, relativo à preparação, condução e reflexão sobre aulas de investigação matemática e de que forma evolui?

O conhecimento didáctico de Margarida, Ana e Pedro apresenta alguns traços comuns, entre eles os aspectos que estão associados à preparação das aulas: foco na resolução da tarefa com vista à previsão de cenários, progressiva atenção na apresentação e discussão da tarefa, critérios semelhantes na sua selecção. Entre os outros aspectos comuns destaco a orientação que os três professores deram às fases de realização da actividade pelos alunos e sua discussão: relativamente à primeira, a sua maior preocupação foi ajudar os alunos sem os apoiar demasiado; quanto à segunda, o objectivo a que deram mais importância foi o confronto de estratégias de resolução. Na minha perspectiva, o padrão que encontramos no conhecimento didáctico, especialmente naquele que está associado à preparação das aulas, deriva, em grande medida, do carácter social da aprendizagem, uma vez que ela teve origem num contexto de trabalho fortemente colaborativo.

No que diz respeito aos aspectos que diferenciam os professores, saliento os diferentes objectivos que tinham em agenda para a condução da aula e a orientação que cada um deu à reflexão sobre as experiências. Estas diferenças sublinham a importância que os diferentes

contextos e experiências vividas assumem na aprendizagem, bem como a influência do seu carácter pessoal.

4. Que relações se estabelecem entre as diferentes dimensões do conhecimento e entre estas e as atitudes dos professores relativamente à realização de actividades de investigação na aula de Matemática?

No estudo dos três professores estagiários foram detectadas várias relações entre as dimensões do conhecimento e entre estas e as atitudes. Entre elas destaco:

- a influência do conhecimento matemático nas atitudes face à realização de aulas de trabalho investigativo — essa influência consubstancia-se no alcance educativo que os professores reconhecem às actividades de investigação, nas expectativas que têm relativamente ao desempenho dos alunos e na segurança que sentem durante a condução da aula;
- a influência do conhecimento matemático no conhecimento didáctico — em que observamos como a preparação e condução das aulas estão dependentes de um bom conhecimento matemático (por exemplo, na identificação dos aspectos mais problemáticos e na formulação de questões interessantes);
- a influência do conhecimento didáctico nas atitudes face à realização de aulas de trabalho investigativo — alguns aspectos do conhecimento didáctico, como o que se refere à aprendizagem dos alunos, à comunicação e à própria gestão do ambiente de trabalho (o qual não é específico deste tipo de aulas) mostraram-se determinantes para a forma como os três professores encararam as investigações, particularmente, a valorização que lhe atribuíram e a segurança com que enfrentaram as aulas.

Reflexão sobre o estudo

Aspectos metodológicos

Algumas opções metodológicas que tomei na planificação e realização desta investigação merecem ser discutidas do ponto de vista da sua adequação e das limitações que impuseram ao estudo. Desde logo, coloca-se a questão de saber que consequências acarretou o

duplo papel que assumi de orientadora e investigadora. Este foi um aspecto que ponderei inicialmente e que cabe agora avaliar tendo em conta os resultados produzidos. Na altura, pareceu-me que a hipótese alternativa de conduzir um estudo com estas características, sem ser uma das orientadoras de estágio, implicaria a intromissão de mais uma pessoa no trabalho do núcleo, inclusivamente nas aulas, e sobrecarregaria os professores com mais trabalho, o que poderia ter consequências imprevisíveis. Contudo, a acumulação do papel de orientadora e a responsabilidade de avaliar os professores que lhe está associada, pode ter também efeitos negativos, sobretudo quando se pretendem recolher dados sobre aspectos como as atitudes dos participantes face a um tipo de trabalho que estes sabem ser muito valorizado pela orientadora. Reflectindo agora sobre esta opção, sou levada a pensar que ela não terá prejudicado o estudo, pelo menos de forma significativa. De facto, a qualidade das relações pessoais e de trabalho que se estabeleceram entre nós, perceptíveis em alguns testemunhos dos professores que expõem as suas dúvidas e inseguranças, levam-me a crer que assim seja.

Para além deste aspecto, o duplo papel de orientadora e investigadora implicou também uma forte participação no contexto do estudo, aspecto que alguns autores sugerem poder constituir um conflito para o investigador. Contudo, e talvez devido à forma como o trabalho com os professores estagiários decorreu, esse conflito não foi significativo. Inicialmente, senti algumas dificuldades durante as primeiras reuniões de trabalho pois, por um lado queria pensar em conjunto com os professores nas questões que me colocavam, por outro, queria tomar notas sobre o que se ia passando. No entanto, esse problema foi completamente ultrapassado a partir do momento em que as reuniões passaram a ser gravadas em áudio.

Outra opção que vale a pena discutir, diz respeito à escolha dos participantes no estudo. Apesar de esta investigação analisar três casos de professores e não o grupo como caso, era absolutamente necessário que esses professores pertencessem ao mesmo núcleo e, portanto, não houve uma escolha independente dos participantes, mas sim a escolha do grupo. Naturalmente, esta decisão tem consequências no tipo de dados recolhidos. Muito embora, a escolha de uma metodologia qualitativa afaste qualquer pretensão a fazer generalizações e, por isso, não determine a obtenção de uma amostra representante de uma população, seria interessante ter analisado professores que se diferenciavam mais. Por exemplo, o estudo de um estagiário com uma formação académica diferente, eventualmente, com um maior ou menor conhecimento sobre actividades de investigação, poderia evidenciar outros aspectos importantes.

Também o contexto em que decorreu a experiência, nomeadamente, as características das turmas dos professores, poderá ter limitado um pouco os resultados. Obviamente, não se trata de uma opção metodológica, já que este aspecto me é completamente alheio. Porém, parece-me conveniente fazer notar que as características das turmas dos professores, sobretudo de 7º ano, na generalidade compostas de alunos com um desempenho escolar bastante fraco e com uma atitude pouco positiva face ao trabalho escolar, teve algumas consequências negativas. Isto não significa, claro, que as actividades de investigação estejam especialmente vocacionadas para bons alunos. Contudo, seria importante que os professores tivessem observado outras dinâmicas de trabalho, para melhor compreenderem a relevância deste tipo de actividades para a aprendizagem da Matemática.

Outro aspecto que teve influência nos dados recolhidos para este estudo, diz respeito à metodologia de trabalho com os professores estagiários. O esquema que foi por nós adoptado envolveu quatro fases distintas: preparação conjunta das aulas, realização e observação, reflexão individual do professor e respectivo relatório escrito e, finalmente, discussão conjunta entre o professor e a orientadora com base no referido relatório. Ora esta metodologia veio-se a revelar bastante produtiva, quer em termos dos dados que a partir dela foram recolhidos, quer em termos da aprendizagem que proporcionou aos professores (o próprio relatório foi referido por Pedro como um instrumento útil na promoção da reflexão). Porém, ela mostrou-se também bastante exigente pela disponibilidade que impôs tanto aos estagiários como à orientadora: foi necessário encontrar espaços nos horários para a preparação e discussão conjuntas; os relatórios tinham de ser realizados o mais proximamente possível das aulas, logo a seguir analisados por forma a preparar a sua discussão, a qual não deveria também distanciar-se no tempo dos acontecimentos em aula. Tendo em conta que os professores e a orientadora tinham outras responsabilidades em simultâneo (nomeadamente a preparação e condução de aulas), este esquema de trabalho exigiu uma flexibilidade que não permitiu a realização deste ciclo mais vezes, o que teria sido desejável.

Para além dos relatórios redigidos pelos professores, devo referir ainda a importância do diário de bordo enquanto instrumento de recolha de dados. De facto, através dele foi possível recolher dados de uma forma mais natural e continuada, os quais possibilitam quer uma visão global do trabalho realizado, quer a percepção de alguns detalhes igualmente significativos. Mas, também muito importante, a elaboração do diário de bordo favoreceu a minha reflexão sobre o estudo à medida que ele foi decorrendo, facto que me foi alertando para certos

aspectos e que me levou a repensar a minha forma de agir enquanto orientadora e investigadora.

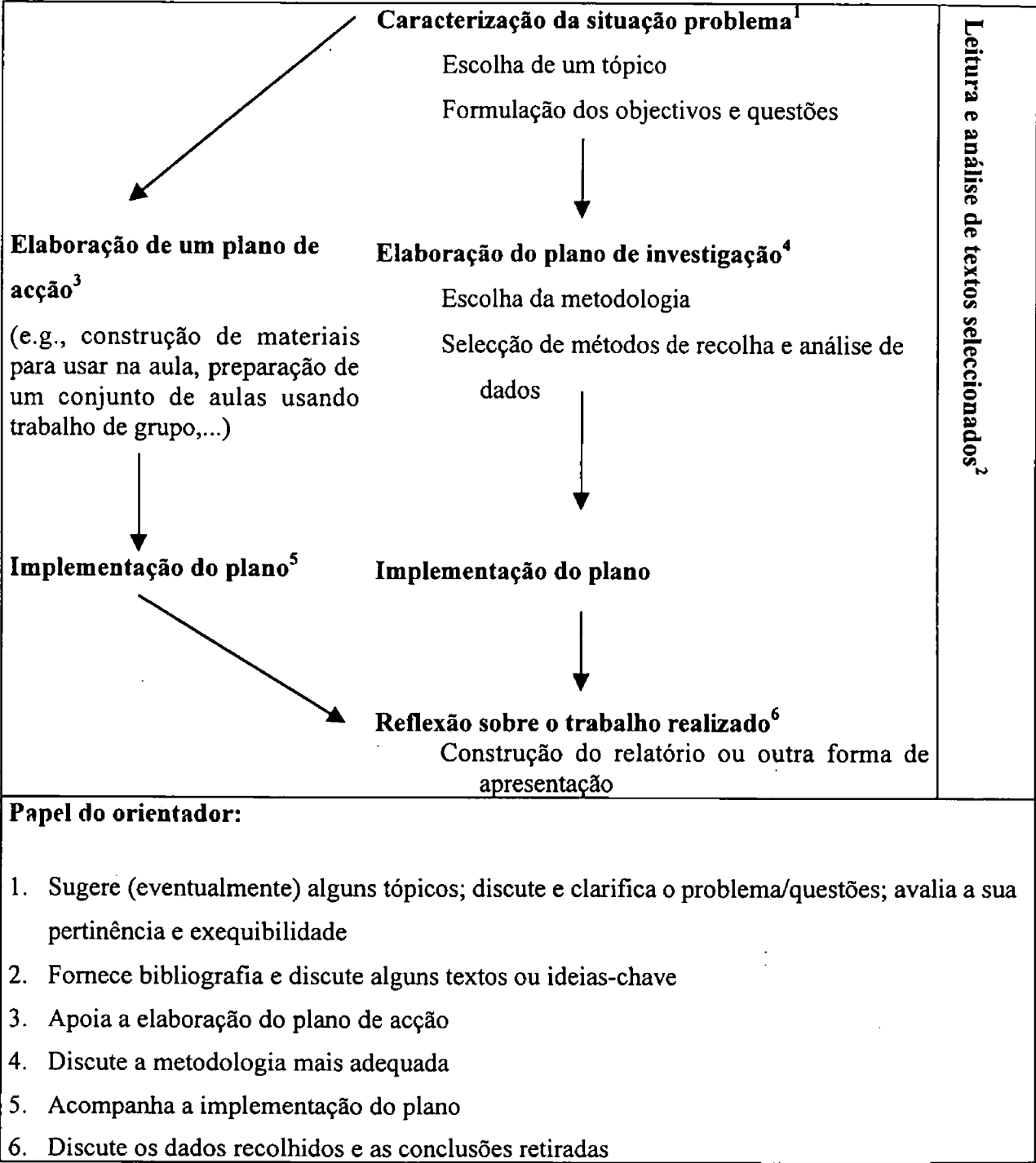
As entrevistas acabaram por ter uma importância menor neste estudo. De facto, inicialmente previ a realização de três entrevistas aos professores, uma no início do ano, outra a meio e a última no fim, mas apenas a primeira e a última foram realizadas. Porém, esta decisão em nada teve que ver com limitações inerentes a este instrumento; ao contrário, a exclusão de um destes momentos deveu-se ao facto de ter conseguido recolher os dados necessários através do diário de bordo, durante o trabalho habitual, não sendo assim necessário recorrer a um processo mais formal de recolha de dados.

O estágio e o projecto no âmbito da Didáctica da Matemática

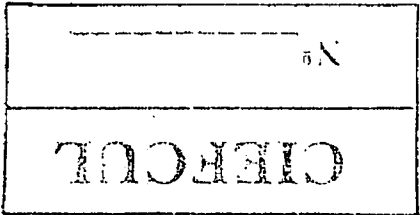
Um outro aspecto que considero relevante discutir nesta secção, diz respeito à minha aprendizagem enquanto orientadora de estágio. O trabalho de desenvolvi com este núcleo baseou-se no pressuposto de que é importante que os professores estagiários utilizem o contexto particular em que se desenvolve o estágio, particularmente o seu carácter eminentemente colaborativo, para investirem na resolução de problemas emergentes da sua prática lectiva. Seja a realização de trabalho investigativo, seja a utilização de tecnologia na aula de Matemática, o recurso ao trabalho de grupo, etc., a identificação dos aspectos problemáticos no ensino da Matemática, o planeamento e execução de estratégias de resolução, bem como a reflexão sobre os seus resultados, são aspectos fundamentais da profissão de professor, já que ela própria tem uma natureza problemática. Assim, parece-me que é desde o início da sua carreira que o professor deve assumir esta postura, naturalmente apoiado pelos seus colegas e orientadores.

As características deste trabalho aproximam-se do que muitos autores denominam por investigação-acção, uma ideia que discuti anteriormente no capítulo III. De facto, e apesar de considerar que o trabalho com os participantes deste estudo não tenha cumprido todos os requisitos de um projecto desta natureza, hoje considero que ele tem muitas potencialidades enquanto projecto de formação, nomeadamente: (i) envolve os professores na problematização da sua prática, (ii) desenvolve capacidades de resolução de problemas, (iii) fomenta a reflexão e (iv) estabelece uma ligação entre o conhecimento teórico e a prática. A experiência que desenvolvi permite-me delinear uma proposta de trabalho para os professores estagiários, na linha de um projecto de investigação-acção, com a respectiva definição do

papel do orientador (em princípio, o orientador pedagógico). Essa proposta encontra-se de seguida esquematizada:



Quadro 5 — Projecto de investigação-acção



Comparando com o trabalho desenvolvido com os professores no âmbito desta investigação, diria que há neste esquema uma maior definição das várias fases que organizam o projecto, assim como um destaque maior da componente relativa ao plano de investigação. Em particular, dá-se mais atenção à formulação explícita do problema a investigar e discutem-se outras questões como as técnicas de recolha de dados a usar pelos professores. A inclusão destes aspectos introduz, na minha perspectiva, uma mais valia no que diz respeito à organização do trabalho e acrescenta uma formação ao nível da investigação educacional que ajudará os professores a compreenderem e criticarem os resultados da investigação educacional, tendo em vista a integração nas suas práticas.

Ainda sobre o esquema proposto, devo notar que a sequência *Implementação do plano-Reflexão sobre o trabalho realizado*, não implica que a última fase seja realizada após a conclusão da primeira. Ou seja, como aconteceu com o trabalho realizado pelos participantes deste estudo, a reflexão deve decorrer a par da implementação do plano, inclusivamente, podendo dar origem à sua reformulação. A reflexão que é realizada no final deverá fazer o balanço global do trabalho realizado, tirando partido de experiências isoladas mas analisando-as no seu conjunto.

Recomendações

Algumas das dificuldades registadas pelos professores estagiários derivam da sua formação anterior, inclusivamente daquela que receberam no ensino não superior. Obstáculos como, por exemplo, o fraco domínio das potencialidades da calculadora gráfica são fruto de um ensino a que foram sujeitos, onde a presença da tecnologia se reduziu à calculadora científica. Também as dificuldades de natureza matemática com que se defrontaram na realização de investigações se justificam pela omissão deste tipo de tarefas na sua formação matemática. Certamente que no dia em que este tipo de trabalho se generalizar nas aulas de Matemática, os alunos que no futuro serão professores desta disciplina sentirão menos dificuldades na utilização destas metodologias nas suas aulas. Naturalmente que se irão manter alguns problemas, já que a condução de aulas de trabalho investigativo é, sem dúvida, uma tarefa complexa. Porém, ainda estamos muito longe dessa realidade, pelo que a formação inicial de professores enfrenta um duplo desafio: procurar colmatar as deficiências da experiência matemática que os futuros professores têm e promover uma aprendizagem ao nível da Didáctica, que os apoie na utilização desta metodologia na sala de aula.

Assim sendo, considero que é necessário que a formação disciplinar que é feita no âmbito das licenciaturas dê mais atenção à matemática escolar, envolvendo os alunos em actividade matemática genuína, de forma a que estes desenvolvam não só o seu conhecimento matemático mas também o conhecimento sobre a Matemática. No que diz respeito à formação didáctica, esta deve promover conhecimentos de diferentes dimensões, nomeadamente: (i) ao nível dos processos de aprendizagem, sem os quais os professores não podem valorizar uma metodologia centrada na actividade do aluno; (ii) ao nível do currículo, de forma a favorecer uma visão adequada do lugar das investigações; (iii) ao nível dos processos de instrução, os quais devem orientar os professores na preparação, condução e reflexão sobre as aulas de trabalho investigativo. Esta formação implica uma abordagem das investigações quer do ponto de vista prático, através da resolução de tarefas de investigação, quer do ponto de vista teórico, promovendo a reflexão sobre a natureza destas actividades e as suas potencialidades educativas.

A realização de trabalho investigativo na aula de Matemática é um desafio que os jovens professores devem enfrentar em algum momento. No ponto anterior, sugeri que o estágio e o desenvolvimento de projectos de investigação-acção parecem constituir contextos interessantes para a formação nesta e noutras áreas. Contudo, e como é obvio, o estágio não cobrirá todas as áreas problemáticas da prática lectiva, pelo que os professores se continuarão a deparar com elas ao longo da carreira. Mas, em particular, nos primeiros anos que se seguem ao estágio, a experiência acrescida é uma mais valia, mas não será, na maior parte dos casos, suficiente para que o professor enfrente com razoável segurança o desafio da introdução de metodologias inovadoras nas suas aulas, como por exemplo a realização de trabalho investigativo. Desta forma, parece-me importante que se promovam programas de indução, cujo objectivo principal deverá ser apoiar os jovens professores nesta sua caminhada.

No que diz respeito a recomendações para futura investigação, o trabalho que realizei levanta-me desde já novas questões cuja abordagem não seria possível no âmbito desta investigação. Em primeiro lugar, questiono-me sobre as práticas futuras de professores que viveram uma experiência semelhante, nomeadamente no que diz respeito à realização de actividades de investigação ou de outro trabalho que se constitua como uma inovação ou um desafio com alguma complexidade. Uma vez que o trabalho colaborativo e o apoio das orientadoras foi tão importante no suporte desta experiência, o que acontecerá quando os professores se encontram “isolados”, sem esta rede de apoio? Em que medida as diferentes

culturas de escola poderão influenciar o percurso dos professores? Que importância poderá ter a sua integração em grupos de trabalho ou projectos, dentro ou fora da sua escola?

Estas são questões que se relacionam sobretudo com os primeiros anos da carreira docente e que decorrem de uma curiosidade natural em saber de que forma uma experiência como a que viveram Margarida, Pedro e Ana pode influenciar as suas atitudes e os seus desempenhos. Contudo, parece-me que há ainda muitas questões por estudar relativamente à formação inicial e que constituem também recomendações para futura investigação. Entre elas destaco: Qual o contributo da formação nas diferentes áreas (Matemática, Didáctica da Matemática e Educação em geral) para o conhecimento, atitudes e concepções dos futuros professores sobre o ensino da Matemática? Qual a pertinência de uma componente investigativa no seu ensino? Durante a fase do estágio, quais as potencialidades e limitações de um projecto de investigação-acção na formação dos professores estagiários? Será adequado propor um projecto desta natureza a qualquer formando? Que níveis de desempenho e autonomia poderemos esperar? Qual a influência da dinâmica do grupo de estágio na sua realização? Qual o papel que cabe ao orientador neste projecto?

É partindo desta última questão que termino, recordando a minha experiência passada. Quis ser professora por adorar a escola e gostar de ensinar. Há cerca de 8 anos atrás, concluí o estágio pedagógico, uma experiência que recordo com saudade. Tenho a certeza que esse foi um momento determinante para a minha aprendizagem e para a minha maneira de ser professora e, para isso, muito contribuíram as minhas colegas e os meus orientadores. Assim como quis proporcionar aos meus alunos, na escola, o mesmo gosto e entusiasmo por aprender que eu própria havia tido, hoje desejo proporcionar aos meus orientandos, futuros professores de Matemática, uma experiência de formação tão significativa e gratificante quanto a que eu tive. Foi por isso que escolhi estudar professores estagiários, analisando quer o seu conhecimento, quer as suas atitudes. Foi para compreendê-los melhor e melhorar o meu desempenho enquanto orientadora. Penso que esse objectivo foi, em boa parte, atingido. Resta-me esperar que a experiência que desenvolvi e que aqui descrevo possa apoiar quem partilhe destes objectivos.

Notas

ⁱ Os organizadores do livro traduzem por actividades de inquérito. Noutros trabalhos, este termo tem sido também traduzido por inquirição ou pesquisa.

ⁱⁱ Para a autora, estes são problemas que geralmente não se resolvem pela aplicação directa de um algoritmo (uma restrição que, para autores como Pólya, corresponde simplesmente ao significado de problema)

ⁱⁱⁱ São problemas que requerem a utilização de dados da vida real, em que a tomada de decisões é um elemento importante.

^{iv} Problemas que requerem a utilização de conhecimentos matemáticos recentemente adquiridos ou não adquiridos totalmente (Palhares, 1997)

^v Problemas que requerem a utilização de um aparato experimental e suscitam a utilização de métodos de investigação próprios das ciências experimentais.

^{vi} As tarefas foram criadas no âmbito do projecto Matemática para Todos — *investigações na sala de aula*.

^{vii} Uma iniciativa do Network Compass, em que participa a Faculdade de Ciências de Lisboa, dirigida a futuros professores e que se tem realizado nos dias que antecedem o encontro anual CIEAEM.

Bibliografia

- Abrantes, P., Serrazina, L., Oliveira, I. (1999). *A Matemática na educação básica*. Lisboa: Ministério da Educação
- Associação de Professores de Matemática (1988). *Renovação do currículo de Matemática*. Lisboa: APM
- Ball, D. L. & McDiarmid, G. W. (1990). The subject-matter preparation of teachers. In W. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp 337-349). New York: Macmillan.
- Berliner, D. C. (1986). In pursuit of the Expert Pedagogue. *Educational Researcher*, 15 (7), 5-13.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Staßer, & B. Winkelmann (Eds.), *Didactics of mathematics as a scientific discipline* (pp. 73-88). Dordrecht: Kluwer.
- Brown, C. A., & Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. In D. A. Grows (Ed.) *Handbook of research on teaching and learning mathematics* (pp. 209-239). New York: Macmillan.
- Brown, C. A., & Baird, J. (1993). Inside the teacher: Knowledge, beliefs and attitudes. In P. Wilson (Ed.), *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 245-259). New York: Macmillan.

- Cabrita, I. (1997). Resolução de problemas envolvendo o conceito de probabilidade: Desempenhos e perspectivas didáticas de futuros professores de matemática. In D. Fernandes & F. Lester & A. Borralho & I. Vale (Eds.), *Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática* (pp. 71-98).
- Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In W. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 291-310). New York: Macmillan.
- Chapman, O. (1997) Metaphors in the teaching of mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 32(3), 201-228.
- Chapman, O. (1998). Metaphor as a tool in facilitating preservice teacher development in mathematical problem solving. In A. Olivier & K. Newstead (Eds.), *Proceedings of PME 22* (Vol. 2, pp. 176-184). Stellenboch.
- Christiansen, B., & Walther, G. (1986). Task and Activity. In B. Christiansen, A. G. Howson, & M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education* (pp. 243-307). Dordrecht: D. Reidel.
- Clandinin, D. J. (1989). Developing rhythm in teaching: The narrative study of a beginning teacher's personal practical knowledge of classrooms. *Curriculum Inquiry*, 15(4), 361-385.
- Comiti, C., & Ball, D. L. (1996). Preparing teachers to teach mathematics: A comparative perspective. In K. C. A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, C. Laborde (Ed.), *International handbook of mathematics education* (pp. 1123-1151). Dordrecht: Kluwer.
- Cooney, T. J. (1985). A beginning teacher's view of problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(5), 324-336
- Couto, C. G. (1998). *Professor: o início da prática profissional*. (Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Lisboa)

- Crawford, K., & Adler, J. (1996). Teachers as researchers in mathematics education. In K. C. A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, C. Laborde (Ed.), *International handbook of mathematics education* (pp. 1187-1205). Dordrecht: Kluwer.
- Cunha, M. H. (1998). *Saberes profissionais de professores de matemática: Dilemas e dificuldades na realização de tarefas de investigação*. (Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa).
- D'Ambrosio, B. (1997). Learning about teaching by engaging in inquiry. In D. Fernandes & F. Lester & A. Borralho & I. Vale (Eds.), *Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática* (pp 287-299). Aveiro: GIRP.
- Elbaz, F. (1981). Report of a case study. *Curriculum Inquiry*, 11 (1), 43-71
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. London: Croom Helm.
- Elbaz, F. (1991). Research on teachers' knowledge: The evolution of a discourse. *Journal of Curriculum Studies*, 23 (1), 1-19.
- Feinman-Nemser, S., & Floden, R. E. (1986). The cultures of teaching. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*, (pp. 505-526). New York: Macmillan.
- Fernandes, D., & Vale, I. (1994). Two young teachers' conceptions and practices about problem solving. Paper presented at the Proceedings of PME XVIII, Vol II, Lisbon.
- Fontana, A. e Frey, J. H. (1994). Interviewing: the art of science. In N. Denzin e Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 361-376). Newbury Park: Sage
- Fonseca, L. (1997). Processos utilizados na resolução e problemas por futuros professores de matemática. In D. Fernandes & F. Lester & A. Borralho & I. Vale

(Eds.), *Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática* (pp. 39-70). Aveiro: GIRP.

Fonseca, H., Brunheira, L., Ponte, J. P. (1999). As actividades de investigação, o professor e a aula de Matemática. Conferência proferida no ProfMat99, Portimão.

Jorgensen, D. (1989). *Participant Observation: A Methodology for Human Studies*. California: Sage Publications, Inc.

Kagan, D. M. (1992). Professional growth among preservice and beginning teachers. *Review of Educational Research*, 62(2), 129-169.

Langford, K., & Huntley, M. A. (1999). Internships as commencement: Mathematics and science research experiences as catalysts for preservice teacher professional development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2(3), 277-299.

Leitão, A., & Fernandes, H. (1997). Trabalho de grupo e aprendizagem cooperativa na resolução de problemas por futuros professores de matemática. In D. Fernandes & F. Lester & A. Borralho & I. Vale (Eds.), *Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática* (pp. 99-128). Aveiro: GIRP.

Lerman, S. (1997). The psychology of mathematics teacher's learning: In search of a theory. In H. Pekhonen (Ed.), *Proceedings of the PME XXI* (Vol. 3, pp. 200-208). Lahti.

Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (1994) *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Llinares, S. (1993). Aprender a ensinar Matemáticas: Conocimiento de contenido pedagógico y entornos de aprendizaje. In L. Montero & J. Vez (Eds.), *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago: Tórculo Edicions.

Matos, J. F. & Carreira, S. P. (1994). Estudos de caso em Educação Matemática — Problemas actuais. *Quadrante* 3(2), 19-53

- Mason, J. (1996). Resolução de problemas matemáticos no Reino Unido: Problemas abertos, fechados e exploratórios. In P. Abrantes, L. C. Leal & J. P. Ponte (Orgs.), *Investigar para aprender matemática: Textos seleccionados* (pp. 15-24). Lisboa: Projecto Matemática Para Todos e Associação de Professores de Matemática.
- Merriam, S. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. São Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. & Huberman, A. (1984). Drawing Valid Meaning from Qualitative Data: Toward a Shared Craft. *Educational Researcher*, 13(5), 20-30
- Ministério da Educação (1991). *Organização curricular e programas — 3º ciclo do ensino básico* (volume I). Lisboa: Imprensa Nacional
- Ministério da Educação (1997). *Matemática: Programas — 10º, 11º e 12º anos*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (1999). *Matemática — Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação
- Moreira, M. A., & Alarcão, I. (1997). A investigação-acção como estratégia de formação inicial de professores reflexivos. In I. Sá-Chaves (Ed.), *Percursos de formação e de desenvolvimento profissional* (pp. 120-138). Porto: Porto Editora.
- National Council of Mathematics Teachers (1991). *Normas para o Currículo e Avaliação em Matemática Escolar*. Lisboa: APM
- National Council of Mathematics Teachers (1994). *Normas Profissionais para o Ensino da Matemática*. Lisboa: APM
- Nicol, C. (1999). Learning to teach mathematics: Questioning, listening, and responding. *Educational Studies in Mathematics*, 37, 45-66.
- Nóvoa, A. (1991). *Diz-me como ensinas, dir-te-ei quem és: E vice-versa*. Conferência proferida no ProfMat91, Porto.

- Oliveira, H. M. (1998). *Actividades de investigação na aula de matemática: Aspectos da prática do professor*. (Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa).
- Oliveira, H., Ponte, J. P., Santos, L. & Brunheira, L. (1998). Os professores e as actividades de investigação. In P. Abrantes, J. P. Ponte, H. Fonseca & L. Brunheira (Eds.), *Investigações matemáticas na aula e no currículo* (pp. 97-110). Lisboa: APM.
- Palhares, P. (1997). Histórias com problemas construídas por futuros professores de matemática. In D. Fernandes & F. Lester & A. Borralho & I. Vale (Eds.), *Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática* (pp. 159-188). Aveiro: GIRP.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park: Sage.
- Pirie, S. (1987). *Mathematical investigations in your classroom*. Basingstoke: Macmillan.
- Pólya, G. (1962/81). *Mathematical discovery* (3ª edição, combinada). New York: John Wiley.
- Ponte, J. P. (1992). Concepções dos professores de Matemática e processos de formação. In *Educação Matemática: Temas de Investigação* (pp. 185-239). Lisboa: IIE.
- Ponte, J. P. (1998). *Didácticas específicas e construção do conhecimento profissional*. Conferência realizada no IV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação. Universidade de Aveiro
- Ponte, J. (2000). Investigating in mathematics and in learning to teach mathematics. In T. J. Cooney & F. L. Lin (Eds.). *Making sense of mathematics teacher education*. Dordrecht: Kluwer.

- Ponte, J. P., Boavida, A. M., Graça, M. & Abrantes, P. (1997). *Didáctica da Matemática*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- Ponte, J. P. & Brunheira, L. (2000) *Analysing practice in preservice mathematics teacher education*. Comunicação apresentada no ICMI9, Japão.
- Ponte, J. P., Matos, J. M. & Abrantes, P. (1998). *Investigação em Educação Matemática: implicações curriculares*. Lisboa: IIE
- Ponte, J. P., Oliveira, H., Cunha, M. H., & Segurado, M. I. (1998). *Histórias de investigações matemáticas*. Lisboa: IIE
- Ponte, J. P., Ferreira, C., Varandas, J. M., Brunheira, L., Oliveira, H. (1999). *A relação professor-aluno na realização de investigações matemáticas*. Lisboa: APM
- Putnam, R. T., & Borko, H. (1997). Teacher Learning: Implications of New Views of Cognition. In B. J. Bridlde, T. L. Good, & I. F. Goodson (Eds.) *International Handbook of teachers and teaching* (Vol. 2, pp. 1223-1296). Dordrecht: Kluwer.
- Ruthveen, K. (2000). Mathematics teaching, teacher education and educational research. In T. J. Cooney & F. L. Lin (Eds.). *Making sense of mathematics teacher education*. Dordrecht: Kluwer.
- Schön, D. A. (1988). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Shulman, L. S. (1986), Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Simon, M. A. (1994). Learning mathematics and learning to teach: Learning cycles in mathematics teacher education. *Educational Studies in Mathematics*, 26(1), 71-94.
- Tamir, P. (1991). Professional and personnal knowledge of teachers and teacher educators. *Teaching and Teacher Education*, 7(3), 263-268.

- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In D. A. Grows (Ed.) *Handbook of research on teaching and learning mathematics* (pp. 127-146). New York: Macmillan.
- Vale, I. (1997). Desempenhos e concepções de futuros professores de matemática na resolução e problemas. In D. Fernandes & F. Lester & A. Borralho & I. Vale (Eds.), *Resolução de problemas na formação inicial de professores de matemática* (pp. 1-38). Aveiro: GIRP.
- Yin, R. (1989). *Case study research: Design and methods*. Newbury Park, Califórnia: Sage

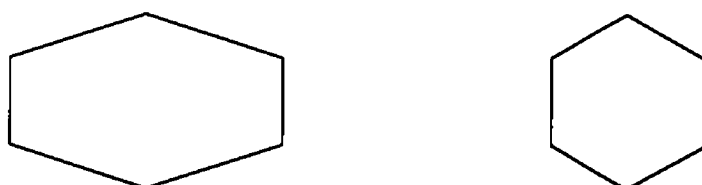
ANEXOS

MATEMÁTICA PARA TODOS

Investigações na sala de aula

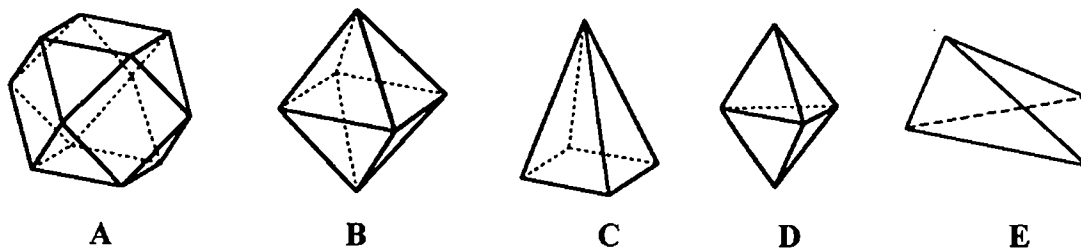
Poliedros

Observa os dois polígonos seguintes:



Ambos são hexágonos. Mas do da direita dizemos que é **regular**, porque tem todos os lados congruentes e todos os ângulos internos também congruentes. O da esquerda apenas tem os lados congruentes, e não os ângulos internos. Por isso Euclides, um matemático grego que viveu há 2300 anos, dizia, em vez de polígono regular, polígono equilátero (lados iguais) e equiângulo (ângulos iguais).

No espaço existem, além dos polígonos, poliedros. Observa com atenção os quatro poliedros seguintes e tenta ver como poderíamos aplicar também a palavra **regular** aos poliedros.



Observa os tipos de vértices e de faces que têm estes poliedros e vê se poderíamos chamar a algum deles regular. Explica a tua ideia. Diz depois qual seria a tua definição de poliedro regular.

MATEMÁTICA PARA TODOS***Investigações na sala de aula*****Poliedros regulares**

Recorda a definição de poliedro regular que aceitámos. A investigação que agora te propomos é a seguinte:

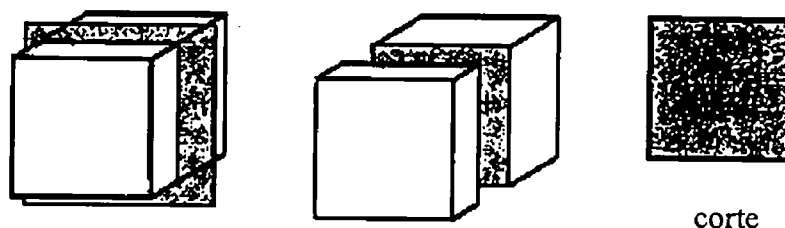
Quantos poliedros regulares é possível construir? Quais são as suas características? ...

Sugestão de trabalho:

- Começa por construir poliedros regulares com triângulos equiláteros. Regista para cada um as principais características: número e tipo de faces, número e tipo de vértices, número de arestas.
- Faz o mesmo com quadrados, pentágonos, etc.
- Quantos poliedros regulares construístes? Haverá mais? Tenta justificar a tua resposta.

Cortes num cubo

Quando se corta um cubo por um plano, a intersecção obtida é um polígono. Por exemplo, se o plano de corte for paralelo a uma das faces do cubo, o corte obtido é um quadrado.



1. Qual é o polígono que se obtém quando o plano de corte intersecta quatro faces e é paralelo a uma aresta?

Representa o cubo a ser cortado e o corte que obtiveste, num destes casos.

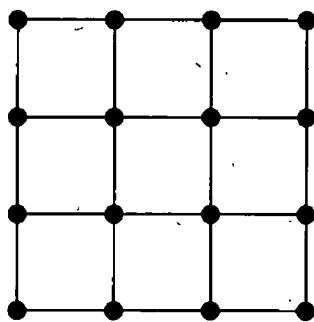
2. Investiga que tipo de polígonos podes obter por corte de um cubo, e em cada caso indica o número de faces intersectadas e, na forma mais simples que puderes, a posição do plano de corte relativamente a um ou mais elementos do cubo.

Procura ser sistemático na tua investigação:

- Haverá triângulos? De que tipos?
- Haverá quadriláteros? De que tipos?

Etc...

Vai desenhando esboços do cubo e do corte e tentando encontrar justificações para as tuas afirmações.

MATEMÁTICA PARA TODOS*Investigações na sala de aula***Quadrados com fósforos**

- Quantos fósforos foram utilizados na construção deste quadrado?
- Investiga quantos fósforos são necessários para construir qualquer quadrado deste tipo.

Investigação sobre funções polinomiais

À descoberta das funções lineares

Hoje vamos estudar algumas funções e os seus comportamentos, fazendo para isso a sua análise gráfica. Nesta ficha terás a oportunidade de conhecer um tipo especial de funções, podendo contar para este estudo com o auxílio da Calculadora gráfica.

Sempre que surja alguma dúvida consulta a folha de apoio antes de chamares o professor.

Tarefa 1

Utilizando a calculadora gráfica, visualiza os gráficos das funções do tipo $y=ax$. Para este estudo, começa por atribuir a a diferentes valores positivos.

Compara, por exemplo, $a=1$; $a=2$; $a=0,5$;...

Compara os gráficos obtidos. Regista as tuas conclusões.

Tarefa 2

Faz agora um estudo semelhante atribuindo a a valores negativos. Que conclusões podes tirar?

Tarefa 3

Nas tarefas anteriores estiveste a estudar as funções do tipo $y=ax$, com $a \in \mathbf{R}$. Faz agora um estudo semelhante para funções do tipo $y=2x+b$, tomando para b vários valores por ti escolhidos. O que acontece?

Tarefa 4

Analisa o que acontece aos gráficos de funções do tipo $y=ax+2$, se atribuíres diferentes valores a . Regista as tuas conclusões.

Tarefa 5

Põe agora a tua calculadora de parte. Observa as funções definidas pelas seguintes expressões:

$$Y=5x$$

$$y=5x-2$$

$$y=5x+4$$

$$y = -\frac{1}{5}x - 2$$

Que resultados esperas obter ao desenhares o gráfico destas funções?

Confirma as tuas conjecturas recorrendo novamente à tua calculadora gráfica.

Encontras mais alguma relação entre estes gráficos?

Tarefa 6

Nas tarefas anteriores estiveste a analisar funções dadas pela expressão $y=ax+b$, com a e b números reais.

A partir do que observaste és capaz de dizer, em termos da representação gráfica, qual o significado das constantes a e b ?

O gráfico das restantes funções polinomiais que vamos estudar (2º, 3º e 4º graus) também podem tomar diferentes posições relativamente aos eixos ordenados. Faz um estudo semelhante ao da investigação “À descoberta das funções lineares” para os diferentes casos (diferentes concavidades, números de zeros, ...).

Apresenta as tuas conclusões de forma clara e sistemática.

Agora que já sabes que a parábola pode ser definida por uma equação da forma $y=a(x-h)^2+k$, o que te propomos é que aprofundes o teu conhecimento sobre a parábola. Para isso, varia os coeficientes a , h , k na equação $y=a(x-h)^2+k$ e vê o que consegues descobrir.

Regista as tuas observações.

Números em escada

Chamam-se *números em escada* aos números que podem ser escritos como a soma de números naturais consecutivos.

Por exemplo:

5 é número em escada, pois pode escrever-se como $2+3$;

12 também é $3+4+5$;

$4+5+6$ ou $1+2+3+4+5$ são duas formas de representar o 15.

- Que números podem ser escritos como soma de dois números consecutivos?
- Quais podem ser expressos como uma soma de três números consecutivos? E utilizando quatro números consecutivos?
- Descobriste números que não sejam em escada?
- Que números têm uma única representação em escada?

Investiga outros aspectos relacionados com estes números.

Bom trabalho!

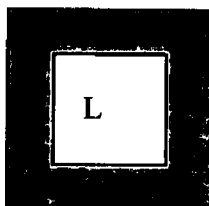
MATEMÁTICA PARA TODOS

investigações na sala de aula

Sombras de um cubo

I

Imagina que tens um cubo assente por uma das faces sobre uma mesa. Imagina ainda que tens uma pequena lâmpada, mas com grande intensidade luminosa, que se pode mover em torno e por cima do cubo. Podemos por exemplo imaginar a lâmpada exactamente por cima do centro da face superior do cubo, um pouco afastada da face. Nesse caso, a sombra projectada pelo cubo sobre a mesa seria como a zona sombreada da figura seguinte:



Podes também supor que a mesa é muito grande, e que está representada por esta folha de papel. O quadrado branco é a vista de cima do cubo e o ponto L é a vista de cima da lâmpada.

Supõe que a lâmpada se mantém por cima do centro da face do cubo. Como se modificaria o desenho se se aproximasse do cubo? E se se afastasse? (podes fazer um pequeno desenho)

II

O que te propomos agora é que faças uma investigação. Queremos saber como será a sombra projectada pelo cubo sobre a mesa para outras posições da lâmpada. Como a lâmpada pode estar num número infinito de posições, o que tens de fazer é escolher aquelas em que as formas das sombras sejam realmente diferentes umas das outras. Discute com os teus colegas de grupo quantas e quais são essas posições.

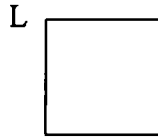
Para cada um dos casos, deverás:

- desenhar uma figura semelhante à anterior, em que se veja a vista de cima do cubo, da lâmpada e a forma da sombra;
- indicar por breves palavras a posição da lâmpada em relação ao cubo.

O grupo deve tentar justificar sempre as suas descobertas e afirmações.

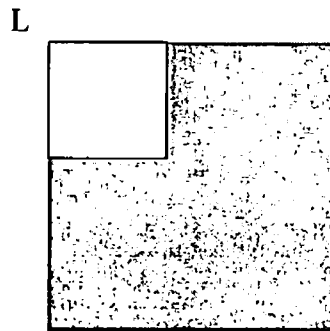
III

A figura seguinte representa uma das possíveis posições da lâmpada - exactamente por cima de um dos vértices do quadrado que representa a vista de cima do cubo, sabendo-se ainda que a distância da lâmpada à face superior do cubo é igual ao comprimento da aresta do cubo. Desenha a sombra projectada sobre a mesa.



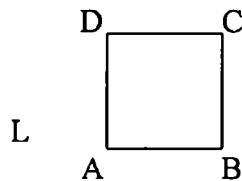
IV

A partir da figura seguinte, determina por métodos geométricos a distância da lâmpada à face superior do cubo.



V

Na figura seguinte, de novo está representada na vista de cima do cubo e a vista de cima da lâmpada (ponto L). Os vértices do cubo assentes na mesa são A, B, C e D, e os vértices da face superior são E, F, G e H, que se projectam sobre A, B, C e D, respectivamente. O ponto L está no prolongamento da aresta BA e a uma distância de A igual a metade do comprimento da aresta. A lâmpada está a uma distância da mesa igual a duas vezes e meia o comprimento da aresta.



- Desenha a sombra do cubo projectada na mesa;
- Escolhe um sistema de coordenadas 3D conveniente e escreve:
 - as coordenadas dos vértices do cubo e da lâmpada;
 - As condições a que devem obedecer as coordenadas de um ponto da mesa para que esteja na sombra do cubo.

Guião da 1ª entrevista

Aspectos pessoais

- Idade
- Família
- Traços principais da personalidade

Passado de aluno

- Relação com a escola (professores, colegas, aproveitamento, comportamento)
- Opção pelo curso de Ensino da Matemática
- Vivência do curso
 - Adaptação ao novo ambiente (colegas, professores, instituição)
 - Relação com a Matemática (dificuldades, gosto, lacunas)
 - Experiência do 4º ano (aspectos novos, positivos e negativos)

O ano de estágio

- Expectativas
- Preocupações

Investigações matemáticas

- Conhecimento do assunto
- Experiências investigativas enquanto aluno
- A investigação matemática no ensino básico e secundário
 - Possibilidade – alunos, programa
 - Pertinência – a que objectivos do ensino corresponde
 - Importância (a par da aprendizagem de conceitos e procedimentos?)
 - Papel do professor (o que deve o professor fazer nessas aulas?)

A investigação (no sentido amplo, não profissional) como parte da actividade do professor

Guião da entrevista final a Margarida

Questões relacionadas com o currículo

- Com a experiência deste ano, leccionando o 7º e o 10º ano, como te sentiste a gerir o programa?
- Que aspectos te parecem ser mais valorizados nos programas? Que comentários/críticas tens a fazer?
- Na reflexão final falas na tua vontade de realizar aulas diferentes das tradicionais com o intuito de proporcionar aos alunos outra visão da matemática e maior gosto. Isso está dentro do espírito destes programas? Que outras diferenças encontras entre estes programas (e o ensino que lhes está associado) e aqueles referentes à vossa experiência de alunos? Vantagens/desvantagens?
- Se voltasses a leccionar de novo o 7º e o 10º ano, que alterações lhe introduzirias?
- Como afirmas, as actividades de investigação vêm de encontro a outros objectivos como capacidades e atitudes. E quanto aos conhecimentos, há alguma contribuição? Qual é no fundo o seu papel no currículo dos alunos?
- Pode-se estabelecer alguma comparação com os jogos que vocês dinamizaram?

Questões relacionadas com a matemática

- O conhecimento matemático que a licenciatura proporcionou mostrou-se adequado? Sentiste dificuldades na matemática que tinhas de leccionar? A que níveis? E a matemática associada às investigações?
- Parece-te que neste ano, estando a ensinar, também aprendeste matemática? O quê por exemplo?
- O que significou para ti o trabalho feito com a orientação da Matemática?
- Como é que o matemático desenvolve o seu trabalho, faz a sua investigação?

Questões relacionadas com o conhecimento de si

- Quais são os principais traços que te caracterizam como professora?
- Do trabalho que desenvolves como professora, que aspectos te dão mais prazer e que situações aprecias menos?
- Que transformações sentiste em ti ao longo do estágio?

- Que projectos tens para o teu futuro profissional? Que anos gostarias de leccionar?

Questões relacionadas com a realização de aulas com investigações

- Na reflexão final afirmas, com base na tua experiência, que a tarefa que o professor propõe à turma é determinante para o sucesso da sua realização. Que aspectos te parece que o professor deve ter em conta na sua escolha/adaptação ou construção? E na planificação da aula?
- E durante as aulas de investigação, quais são as suas preocupações?
- O trabalho de grupo foi uma constante nessas aulas. Parece-te que é a forma ideal de organização dos alunos? Há lugar ao trabalho individual ou em grande grupo?
- Um dos aspectos que todos os elementos do núcleo comentam é a importância que teve o trabalho em equipa, especialmente as reuniões de preparação das aulas que efectuámos. Como pensas superar essa lacuna no futuro? Como pensas enfrentar outros aspectos de inovação nas aulas, sejam investigações ou não?
- O que aprendeste sobre a realização de aulas de investigação surge provavelmente de várias fontes – experiência das aulas (várias vezes referida), leituras, reuniões ... Qual foi o contributo de cada uma?
- Vês-te a realizar investigações no próximo ano? Em que anos — têm o mesmo papel no básico e secundário?

Questões relacionadas com os alunos

- Referiste que os alunos pensam que a matemática é só contas. Que outros aspectos das suas concepções salientas?
- Como é que te parece que interferem no trabalho dos alunos?
- Como é que a experiência anterior dos alunos e os seus conhecimentos parecem influenciar o seu trabalho?

Guião da entrevista final a Pedro

Questões relacionadas com o currículo

- Com a experiência deste ano, leccionando o 7º e o 10º ano, como te sentiste a gerir o programa?
- Que aspectos te parecem ser mais valorizados nos programas? Que comentários/críticas tens a fazer?
- Que diferenças encontras entre estes programas e aqueles referentes à vossa experiência de alunos? Vantagens/Desvantagens?
- Se voltasses a leccionar de novo o 7º e o 10º ano, que alterações lhe introduzirias?
- Podemos estabelecer alguma comparação com os jogos que vocês realizaram?
- As actividades de investigação vêm de encontro a que tipo de objectivos?

Questões relacionadas com a Matemática

- O conhecimento matemático que a licenciatura proporcionou mostrou-se adequado? Sentiste dificuldades na Matemática que tinhas de leccionar? A que níveis? E a Matemática associada às investigações?
- Quais são os teus objectivos ao pretendes ingressar no mestrado “Matemática para o ensino”?
- Parece-te que neste ano, estando a ensinar, também aprendeste Matemática? O quê por exemplo?
- Como é que o matemático desenvolve o seu trabalho, faz a sua investigação?

Questões relacionadas com o conhecimento de si

- Quais são os principais traços que te caracterizam como professora?
- Do trabalho que desenvolves como professora, que aspectos te dão mais prazer e que situações aprecias menos?
- Que transformações sentiste em ti ao longo do estágio?
- Que projectos tens para o teu futuro profissional? Que anos gostarias de leccionar?

Questões relacionadas com a realização de aulas com investigações

- No início referiste várias vezes que a ligação com os conteúdos é um dos critérios, talvez o mais importante a ter em conta na selecção da tarefa. Continuas a pensar dessa forma? Que outros critérios se devem atender?
- Progressivamente passaste a reflectir mais sobre a importância da apresentação e discussão da tarefa. Como é que o professor pode preparar as aulas de forma a tirar o melhor proveito desses momentos?
- O trabalho de grupo foi uma constante nessas aulas. Parece-te que é a forma ideal de organização dos alunos? Há lugar ao trabalho individual ou em grande grupo (sem ser a discussão final)?
- Um dos aspectos que todos os elementos do núcleo comentam é a importância que teve o trabalho em equipa, especialmente as reuniões de preparação das aulas que efectuámos. Como pensas superar essa lacuna no futuro? Como pensas enfrentar outros aspectos de inovação nas aulas, sejam investigações ou não?
- O que aprendeste sobre a realização de aulas de investigação surge provavelmente de várias fontes – experiência das aulas (várias vezes referida), leituras, reuniões ... Qual foi o contributo de cada uma?
- Vês-te a realizar investigações no próximo ano? Em que anos — têm o mesmo papel no básico e secundário?

Questões relacionadas com os alunos

- Várias vezes comentaste dificuldades dos alunos (dependência do professor, forma de encarar as investigações,...). Qual o papel que desempenham os conhecimentos e concepções deles nessas dificuldades? E a sua experiência anterior?
- Na reflexão final assinalas uma evolução dos alunos especialmente na forma de encarar as investigações, a relação com o professor, o trabalho em grupo. E quanto ao seu desempenho (pensando, por exemplo, em alguns alunos)?

Guião da entrevista final a Ana

Questões relacionadas com o currículo

- Com a experiência deste ano, leccionando o 7º e o 10º ano, como te sentiste a gerir o programa?
- Quê aspectos te parecem ser mais valorizados nos programas? Que comentários/críticas tens a fazer?
- Que diferenças encontras entre estes programas e aqueles referentes à vossa experiência de alunos? Vantagens/Desvantagens?
- Se voltasses a leccionar de novo o 7º e o 10º ano, que alterações lhe introduzirias?
- Na reflexão final, falas de alguns dos objectivos que podem ser atingidos com as actividades de investigação (capacidades e atitudes) muito embora não seja directamente com esses objectivos que o professor as realiza. Quais são então os seus primeiros objectivos?
- Podemos estabelecer alguma comparação com os jogos que vocês realizaram?

Questões relacionadas com a Matemática

- O conhecimento matemático que a licenciatura proporcionou mostrou-se adequado? Sentiste dificuldades na Matemática que tinhas de leccionar? A que níveis? E a Matemática associada às investigações?
- Parece-te que neste ano, estando a ensinar, também aprendeste Matemática? O quê por exemplo?
- O que significou para ti o trabalho feito com a orientação da Matemática?
- Como é que o matemático desenvolve o seu trabalho, faz a sua investigação?

Questões relacionadas com o conhecimento de si

- Quais são os principais traços que te caracterizam como professora?
- Do trabalho que desenvolves como professora, que aspectos te dão mais prazer e que situações aprecias menos?
- Que transformações sentiste em ti ao longo do estágio?
- Que projectos tens para o teu futuro profissional? Que anos gostarias de leccionar?

Questões relacionadas com a realização de aulas de investigação

- Progressivamente, começaste a dar mais importância à introdução e discussão da tarefa. Que aspectos te fizeram notar essa importância?
- Como pode o professor preparar as suas aulas para tirar maior partido dessas fases?
- O trabalho de grupo foi uma constante nessas aulas. Parece-te que é a forma ideal de organização dos alunos? Há lugar ao trabalho individual ou em grande grupo?
- Um dos aspectos que todos os elementos do núcleo comentam é a importância que teve o trabalho em equipa, especialmente as reuniões de preparação das aulas que efectuámos. Como pensas superar essa lacuna no futuro? Como pensas enfrentar outros aspectos de inovação nas aulas, sejam investigações ou não?
- O que aprendeste sobre a realização de aulas de investigação surge provavelmente de várias fontes – experiência das aulas (várias vezes referida), leituras, reuniões ... Qual foi o contributo de cada uma?
- Vês-te a realizar investigações no próximo ano? Em que anos — têm o mesmo papel no básico e secundário?

Questões relacionadas com os alunos

- Ao longo do ano, referiste várias vezes concepções dos alunos sobre a Matemática, o papel do professor, etc. Como é que te parece que interferem no trabalho dos alunos?
- Sentiste alguma evolução nessas concepções ao longo do ano? E no seu desempenho?